

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

Tesis previa a la obtención del título de: **MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**TEMA: ANÁLISIS DE REEMPLAZO DE ACTIVOS FIJOS MEDIANTE
LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DEFENSOR - RETADOR EN LAS
EMPRESAS DEL SECTOR TEXTIL DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA EN
EL PERIODO 2006 - 2012.**

AUTOR:
RÓMULO EDUARDO MENA CAMPAÑA

DIRECTOR:
ECO. GALO ACOSTA

Quito, noviembre del 2013

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO
DEL TRABAJO DE GRADO.

Yo, Rómulo Eduardo Mena Campaña autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Rómulo Eduardo Mena Campaña.
CC. 1707614648.

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño dedico este trabajo de investigación a mi esposa
Fanny Elena, por su apoyo, paciencia, cariño y compañía.

A mis hijos Eduardo y Carolina por su gran entereza hacia la vida, el amor que nos
une y su gran capacidad e integridad que siempre han mostrado.

A mis padres ofrezco esta tesis y estoy seguro que estarán orgullosos de su hijo.

Sinceramente

Rómulo Mena

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana por haberme brindado la oportunidad de iniciar estudios de maestría y de manera especial a aquellas autoridades que impulsaron y exigieron la formación de cuarto nivel a sus docentes.

A los docentes de la Maestría en Administración de Empresas de la Universidad Politécnica Salesiana por quienes he llegado a obtener los conocimientos necesarios para culminar con el presente trabajo.

A mi Director de tesis, Eco. Galo Acosta por su apoyo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia y motivación he logrado concluir este gran trabajo.

Rómulo Mena

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos	4
El esquema de contenidos.....	5
1 INGENIERÍA ECONÓMICA Y LA DECISIÓN DE REEMPLAZO	8
1.1 Ingeniería económica	8
1.1.1 Definición.....	8
1.1.2 Importancia de la ingeniería económica.....	9
1.2 Valor del dinero en el tiempo.....	10
1.2.1 Equivalencia.....	11
1.2.2 Tasa de interés.....	11
1.2.2.1 El costo de capital.	12
1.2.2.2 El costo de oportunidad.....	12
1.2.2.3 La tasa de rendimiento.	12
1.2.2.4 Tasa mínima de rendimiento requerida o tasa mínima aceptable de rendimiento	13
1.2.2.5 Interés.....	14
1.3 Interés simple y el compuesto.....	15
1.3.1 Interés simple.	16
1.3.2 Interés compuesto	18
1.4 Diagramas de flujo de caja.....	21
1.4.1 Estimaciones del flujo de caja.....	23
1.5 Símbolos y términos.....	25
1.5.1 Pago único.....	26
1.5.1.1 Factor de cantidad compuesta de pago único.....	26
1.5.2 Serie uniforme	28
1.5.2.1 Factor cantidad compuesta de una serie.....	28
1.5.2.2 Factor depósito de fondo de amortización.	28
1.5.2.3 Factor de valor presente de una serie.	29
1.5.2.4 Factor de recuperación de capital.....	30
1.5.3 Gradiente.....	30
1.5.3.1 Gradiente aritmético.....	30
1.5.3.2 Gradiente geométrico.....	32
1.6 Bases para la comparación de alternativas.....	34
1.6.1 Proyecto de inversión.....	35
1.6.2 Evaluación de proyectos.	36

1.6.3	Valor de salvamento (VS).....	36
1.6.4	Valor Presente Neto (VPN).....	38
1.6.4.1	Inversión inicial previa.....	40
1.6.4.2	Las inversiones durante la operación.	41
1.6.4.3	Los Flujos Netos de Efectivo (FNE).	41
1.6.4.4	La Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR).	41
1.6.4.5	Cálculo del VPN.	42
1.6.4.6	Metodología de cálculo del VPN.	47
1.6.4.7	Valor presente neto de alternativas con vida diferente.....	53
1.6.5	Valor Anual Equivalente (VAE).....	55
1.6.6	Valor Futuro Neto VFN.	59
1.6.7	Tasa Interna de Retorno o de Rendimiento (TIR).	62
1.6.8	Período de Recuperación de la Inversión.....	69
1.7	La toma de decisiones.	73
1.7.1	Decisiones económicas basadas en reducción de costos.....	74
1.7.2	Decisiones económicas basadas en aumento de ingresos.	75
1.8	Desarrollo de alternativas.....	76
1.8.1	Clasificación de alternativas.	76
1.9	Análisis de reemplazo.	77
1.9.1	Decisiones de reemplazo.....	79
1.9.2	Defensor – retador.....	80
1.9.2.1	Cuando la vida útil restante del defensor es igual a la del retador.	81
1.9.2.2	Cuando la vida útil restante del defensor no es igual a la del retador.	83
1.9.2.3	Cuando el defensor tiene más de un retador.	89
2	LA PROVINCIA DE PICHINCHA Y LA INDUSTRIA TEXTIL.....	94
2.1	La provincia de Pichincha.....	94
2.1.1	Distribución geográfica y poblacional.	94
2.1.2	El Producto Interno Bruto (PIB) de la provincia de Pichincha.	96
2.1.3	La manufactura en la economía de la provincia de Pichincha.	97
2.2	La industria.	99
2.2.1	Definición.....	99
2.2.2	Clasificación de las industrias.....	101
2.2.3	Funcionamiento de las empresas manufactureras.	102
2.3	La industria textil	103
2.3.1	La industria textil en el Ecuador.	104
2.4	La transformación de las materias primas.....	106
2.5	El proceso productivo textil y de confecciones.....	106

2.5.1	Producción de fibras naturales y no naturales.....	106
2.5.2	Preparación de las fibras.	110
2.5.3	Fabricación de hilos a partir de las fibras (hilado).	111
2.5.4	Fabricación de los textiles (tejido).	111
2.5.5	La actividad de teñido/acabado o tintorería.	112
2.5.6	Actividad de Confección.....	112
3	METODOLOGÍA.....	114
3.1	Alcance de la investigación.....	114
3.2	Tipo de Investigación.....	115
3.3	Diseño de la investigación	115
3.4	Variables de investigación	117
3.5	Comprobación de hipótesis.....	118
3.6	La población de la investigación.....	118
3.7	El tamaño de la muestra.....	119
3.8	Método de muestreo.....	120
3.9	La encuesta.....	121
3.10	El cuestionario.....	122
3.11	Formato de la encuesta.....	123
3.12	Recolección de la información.....	127
4	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	129
4.1	Información general.	129
4.2	Generalidades de activos fijos.....	131
4.3	Reemplazo de maquinaria y equipo	136
4.4	Decisiones de reemplazo de la maquinaria y equipo	146
4.5	Prueba de la hipótesis.....	152
4.6	Informe de investigación.....	155
	BIBLIOGRAFÍA.....	159
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	159
	REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.....	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo de caja para determinar el interés y monto de una obligación a plazo.	17
Figura 2. Crecimiento del monto compuesto y monto simple.	20
Figura 3. Elementos que constituyen un flujo de caja.	23
Figura 4. Flujo de caja para el valor futuro de pago único.	27
Figura 5. Flujo de caja para el valor presente de pago único.	27
Figura 6. Flujo de caja para el valor futuro de una serie de pagos.	28
Figura 7. Flujo de caja para el valor anual de un pago futuro.	29
Figura 8. Flujo de caja para el valor presente de una serie de pagos.	29
Figura 9. Flujo de caja para el valor anual de un pago presente.	30
Figura 10. Flujo de caja para el valor presente de un gradiente aritmético creciente.	31
Figura 11. Flujo de caja para el valor presente de un gradiente aritmético decreciente.	32
Figura 12. Flujo de caja para el valor presente de un gradiente geométrico creciente.	33
Figura 13. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de una inversión sin valor de salvamento.	43
Figura 14. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de una inversión con valor de salvamento.	44
Figura 15. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de una inversión en la que se calcula el FNE	46
Figura 16. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de dos inversiones a una TMAR de 20%.	50
Figura 17. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de dos inversiones a una TMAR de 15%.	51
Figura 18. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de dos inversiones con periodos de vida diferentes.	54
Figura 19. Flujo de caja para el cálculo del valor anual de dos inversiones a una TMAR de 5% trimestral.	57
Figura 20. Flujo de caja para el cálculo del valor futuro de dos inversiones a una TMAR de 20%.	61
Figura 21. Flujo de caja para el cálculo de la TIR de una inversión.	65
Figura 22. Flujo de caja para el cálculo de la TIR de dos inversiones.	67
Figura 23. Flujo de caja para el cálculo del periodo de recuperación de la inversión.	71
Figura 24. Interpolación del número de periodos de recuperación de la inversión.	72
Figura 25. Flujo de caja de costos de conservar los camiones (defensor) y arrendar camiones (retador)	82

Figura 26. Flujo neto de efectivo de retador y defensor para máquinas de hilado con periodos de servicio de cuatro años.	84
Figura 27. Flujo neto de efectivo de retador y defensor para máquinas de hilado con periodo de servicio de tres años.	86
Figura 28. Flujo neto de efectivo de retador y defensor para máquinas de hilado con periodo de servicio de dos años.	87
Figura 29. Flujo neto de efectivo de retador y defensor para máquinas de hilado con periodo de servicio de un año.....	88
Figura 30. Flujo neto de efectivo para alternativa arriendo de planta industrial (retador).....	90
Figura 31. Flujo neto de efectivo para alternativa adquisición de planta industrial (retador).	91
Figura 32. Flujo neto de efectivo para alternativa adquisición de planta industrial (retador).	92
Figura 33. Distribución geográfica del Ecuador.	94
Figura 34. Distribución geográfica de la provincia de Pichincha.	95
Figura 35. Evolución del Producto Interno Bruto por años (miles de millones de dólares). .	96
Figura 36. Mapa de las parroquias urbanas de la ciudad de Quito.....	98
Figura 37. Parroquias Rurales de Quito.	99
Figura 38. Animales de los que se obtiene la materia prima lana.	107
Figura 39. Planta que contiene fibra de semilla denominada algodón.....	107
Figura 40. Proceso productivo en la industria textil y confecciones.....	108
Figura 41. Plantas que contienen fibras de tallo y hoja.....	109
Figura 42. Actividad principal de las empresas del sector textil.....	129
Figura 43. Materia prima utilizada según el origen.	130
Figura 44. Materia prima utilizada según el tipo de fibra.	131
Figura 45. Reemplazo de activos fijos.	132
Figura 46. Registro de activo fijo depreciado.	132
Figura 47. Activos que han concluido con la vida útil.....	133
Figura 48. Venta de activos fijos totalmente depreciados que requieren autorización de los directivos.....	134
Figura 49. Activos fijos que han sido reemplazados en el periodo (2006 – 2012).	135
Figura 50. Destino de activos fijos reemplazados.....	135
Figura 51. Razones para el reemplazo de maquinaria y equipo.....	136
Figura 52. Existencia un comité, departamento o funcionario que realice la evaluación económica para el reemplazo de maquinaria y equipo.	137
Figura 53. Elaboración de la evaluación económica para el de reemplazo de maquinaria y equipo.....	138
Figura 54. Asistencia externa para la evaluación económica en la decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo.....	138

Figura 55. Existencia de política sobre reemplazo de maquinaria y equipo.	139
Figura 56. Política sobre reemplazo de maquinaria y equipo documentada.	140
Figura 57. Origen de fabricación de la maquinaria y equipo.	140
Figura 58. Fuente de financiamiento del activo nuevo.	141
Figura 59. Financiamiento externo para la adquisición de maquinaria y equipo.	142
Figura 60. Costo del financiamiento externo para la adquisición de maquinaria y equipo.	143
Figura 61. Maquinaria y equipo que ha cumplido con la vida útil contable.	143
Figura 62. Porcentaje de maquinaria y equipo que ha cumplido con la vida útil contable.	144
Figura 63. Reporte del cumplimiento de la vida útil de la maquinaria y equipo.	145
Figura 64. Reporte del cumplimiento de la vida útil de la maquinaria y equipo a órgano superior de la empresa.	146
Figura 65. Decisión de reemplazo de maquinaria y equipo.	146
Figura 66. Evaluación para la decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo.	147
Figura 67. Decisión de reemplazo cualitativa de la maquinaria y equipo.	148
Figura 68. Tipo de evaluación cuantitativa para el reemplazo de maquinaria y equipo.	149
Figura 69. Conocimiento del método de evaluación cuantitativa retador – defensor.	150
Figura 70. Aplicación del método defensor – retador en las empresas textiles.	150
Figura 71. Apreciación sobre el uso del método defensor – retador.	151
Figura 72. Características para la evaluación cualitativa en las decisiones de reemplazo.	152
Figura 73. Prueba de hipótesis 1.	153
Figura 74. Prueba de hipótesis 2.	154

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición del monto compuesto y monto simple.	19
Tabla 2 Cálculo de interés compuesto en períodos trimestrales.	21
Tabla 3 Equivalencias de factores de interés compuesto.	34
Tabla 4 Flujos de efectivo netos por año.	42
Tabla 5 Flujos de efectivo netos por año.	43
Tabla 6 Determinación del flujo neto de efectivo <i>FNE</i>	45
Tabla 7 Factores de interés compuesto	48
Tabla 8 Flujos de efectivo netos por año para las máquinas A y B.	49
Tabla 9 Flujos de efectivo netos por año para las máquinas A y B.	60
Tabla 10 Flujos de efectivo netos por año.	64
Tabla 11 Flujos de efectivo netos por año para las máquinas A y B.	66
Tabla 12 Flujos de efectivo netos por año.	70
Tabla 13 Flujo neto de efectivo acumulado por año.	73
Tabla 14 Resumen de datos para Defensor y Retador. Ejemplo 13.	82
Tabla 15 Distribución de costos según Defensor D y Retador R. Ejemplo 14.	84
Tabla 16 Detalle de costos para alternativas de planta industrial textil.	90
Tabla 17 Detalle de VPN y VAE alternativas.	93
Tabla 18 Distribución de la población por cantón y género.	95
Tabla 19 Evolución del producto interno bruto del Ecuador por años (miles de millones \$).	96
Tabla 20 Distribución de las empresas de textiles por cantones de la provincia de Pichincha.	98
Tabla 21 Detalle de parroquias urbanas de la ciudad de Quito según mapa.	99
Tabla 22 Números de empresas por provincia y actividad textil.	104
Tabla 23 Actividades del subsector productos textiles según CIIU.	105
Tabla 24 Número de actividades por subsector y número de empresas.	119
Tabla 25 Cronograma de levantamiento de la información.	128
Tabla 26 Actividad principal de las empresas del sector textil.	129
Tabla 27 Materia prima utilizada según el origen.	130
Tabla 28 Materia prima utilizada según el tipo de fibra.	131
Tabla 29 Reemplazo de activos fijos.	131
Tabla 30 Registro de activo fijo depreciado.	132
Tabla 31 Activos que han concluido con la vida útil.	133
Tabla 32 Venta de activos fijos totalmente depreciados que requieren autorización de los directivos.	134
Tabla 33 Activos fijos que han sido reemplazados en el periodo (2006 – 2012).	134

Tabla 34 Destino de activos fijos reemplazados.....	135
Tabla 35 Razones para el reemplazo de maquinaria y equipo.	136
Tabla 36 Existencia un comité, departamento o funcionario que realice la evaluación económica para el reemplazo de maquinaria y equipo.	137
Tabla 37 Elaboración de la evaluación económica para el de reemplazo de maquinaria y equipo.....	137
Tabla 38 Asistencia externa para la evaluación económica en la decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo.....	138
Tabla 39 Existencia de política sobre reemplazo de maquinaria y equipo.	139
Tabla 40 Política sobre reemplazo de maquinaria y equipo documentada.	139
Tabla 41 Origen de fabricación de la maquinaria y equipo.	140
Tabla 42 Fuente de financiamiento del activo nuevo.....	141
Tabla 43 Financiamiento externo para la adquisición de maquinaria y equipo.	142
Tabla 44 Costo del financiamiento externo para la adquisición de maquinaria y equipo....	142
Tabla 45 Maquinaria y equipo que ha cumplido con la vida útil contable.	143
Tabla 46 Porcentaje de maquinaria y equipo que ha cumplido con la vida útil contable. ...	144
Tabla 47 Reporte del cumplimiento de la vida útil de la maquinaria y equipo.....	145
Tabla 48 Reporte del cumplimiento de la vida útil de la maquinaria y equipo a órgano superior de la empresa.	145
Tabla 49 Decisión de reemplazo de maquinaria y equipo.	146
Tabla 50 Evaluación para la decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo.....	147
Tabla 51 Decisión de reemplazo cualitativa de la maquinaria y equipo.....	148
Tabla 52 Tipo de evaluación cuantitativa para el reemplazo de maquinaria y equipo.	148
Tabla 53 Conocimiento del método de evaluación cuantitativa retador – defensor.	149
Tabla 54 Conocimiento del método de evaluación cuantitativa retador – defensor.	150
Tabla 55 Apreciación sobre el uso del método defensor – retador.....	151
Tabla 56 Características para la evaluación cualitativa en las decisiones de reemplazo.	151

RESUMEN

El presente trabajo realiza un análisis de reemplazo de activos fijos mediante la aplicación del método defensor - retador en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha en el periodo 2006 - 2012. Para ello se ha considerado la necesidad exponer los fundamentos teóricos y modelos matemáticos de ingeniería económica que viabilizan las decisiones de reemplazo mediante el método defensor - retador, realizar un reconocimiento por la industria textil en la provincia de Pichincha, determinar una metodología para investigar el reemplazamiento de los activos productivos y presentar los resultados de la investigación.

El capítulo uno trata sobre la ingeniería económica y las decisiones de reemplazo, en el cual se expone los conocimientos previos para realizar un estudio de reemplazamiento, tales como: valor del dinero en el tiempo, determinación de flujos de efectivo, modelos matemáticos con los cuales se realiza una evaluación económica y decisiones de reemplazo en base a comparación de alternativas.

El capítulo dos consta de un análisis geográfico, demográfico y económico de la provincia de Pichincha, además de obtener conocimiento de la actividad textil desde su provisión y uso de materias primas, pasando por los procesos de cardado, hilatura, tejeduría, tintorería hasta la confección de prendas.

El capítulo tres se basa en la metodología y planificación a llevar adelante en la investigación, para lo cual se ha determinado el diseño de la investigación, la población, el tamaño de la muestra, el método de muestreo, las hipótesis, el formato de encuesta, la recolección de la información y la forma en la que se resume.

El capítulo cuatro contiene información resumida la cual fue proporcionada por los ejecutivos responsables de la administración de activos fijos de las empresas textiles de la provincia de Pichincha; además de un análisis a cada una de las variables consultadas y un sucinto informe de los resultados de la investigación.

Palabras claves: actividad textil, reemplazo de activos, valuación económica, retador – defensor.

ABSTRACT

This thesis carries out an analysis of replacement of fixed assets through the application of the defender - challenger method in the companies of the textile sector in the province of Pichincha, in the period 2006-2012. This has considered the need to expose the theoretical basis and mathematician models of economic engineering that make decisions feasible to replace using the Defender – Challenger method; it makes a recognition of the textile industry in the province of Pichincha, determine a methodology to investigate the replacement of productive assets and presentation of the results of the research.

Chapter one deals with economic engineering and replacement decisions, which outlines prior knowledge for a study of replacement, such as: value of money through time, determination of cash flows, mathematical models with which an

economic evaluation is performed together with decisions of replacement based on comparison of alternatives.

Chapter two treats a geographic, demographic and economic analysis of Pichincha province, in addition to gaining knowledge of the textile activity from its supply and use of raw materials, through the process of carding, spinning, weaving, dyeing to end with clothing manufacturing.

Chapter three is based on the methodology and planning to carry out the research for which the design of the survey, the population, the sample size, sampling method, hypotheses, investigation format, the collection of the datum and the way it has been concluded.

Chapter four contains summarized information which was provided by the responsible executives for the management of fixed assets of textile companies in the province of Pichincha; in addition to the analysis to each of the already considered variables and a short report of the investigation results.

Key words: textile activity, replacement of assets, economic valuation, Challenger - Defender.

INTRODUCCIÓN

El reemplazo de activos fijos mediante la aplicación del método retador - defensor, es un tema que debe ser de conocimiento de estudiantes de tercero como de cuarto nivel. Es sustantivamente importante el tener las bases y conocer la metodología a seguir para el reemplazo oportuno de activos fijos, ya que en la vida profesional puede estar comprometido a evaluar la conveniencia o no, de llevar adelante un proyecto de reemplazo de activos; además que, el presente trabajo de investigación proporciona un análisis sobre la situación por la que las empresas deciden reponer sus activos y cuáles son sus formas de evaluación para tomar la decisión de reemplazar los activos fijos.

Una empresa no nueva, esto es que ya tiene varios años en el mercado, habrá observado envejecer a sus activos fijos y en consecuencia su necesidad de reemplazo; este hecho puede ser suscitado, debido a la obsolescencia, alto costo de mantenimiento e insuficiencia en su capacidad. El reemplazo de activos fijos mediante modelos numéricos es lo que toda empresa preocupada por su desarrollo productivo, comercial y de cobertura debería propender, ya que con ello verá incrementar su participación en el mercado, atraer nuevos clientes, mejorar sus ingresos y por consiguiente incrementar el valor de sus participaciones.

La industria manufacturera en el Ecuador es el sector que más aporta a la economía del país, luego de la actividad comercial (Cámara de Industriales de Guayaquil, 2009). El Producto interno Bruto (PIB) en el 2012 alcanza al 7.78%, uno de los más altos registrados en Latinoamérica y el mayor en el Ecuador en los últimos 4 años.

Por lo anterior, la industria manufacturera en general y en especial la textil, es uno de los pilares de la economía del país, ya que provee de materias primas y productos terminados; tanto para el consumo nacional, como para la exportación.

El desarrollo de la actividad textil, a decir de la Asociación de Industriales Textiles del Ecuador, empieza por el año 1950. “Hoy por hoy, la industria textil ecuatoriana fabrica productos provenientes de todo tipo de fibras, siendo las más utilizadas el algodón, poliéster, nylon, acrílicos, lana y seda; se puede afirmar que las provincias con mayor número de industrias dedicadas a esta actividad son: Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Azuay y Guayas” (PlusProjects, 2012).

Esta propuesta de trabajo tiene por sujeto de estudio a la industria manufacturera textil en la provincia de Pichincha y los elementos a investigarse guardan relación con el reemplazo de activos productivos de las referidas empresas.

El documento “modelo para el estudio del reemplazo de un equipo productivo”, escrito por Fernando Espinoza Fuentes y editado por la Universidad de Talca, señala que una metodología para llevar adelante un reemplazo de activos de manera oportuna y económicamente conveniente es el modelo defensor – retador mediante el cual puede ser aplicado por las siguientes razones: por insuficiencia de capacidad, por mantenimiento excesivo, eficiencia decreciente o por antigüedad del activo objeto de reemplazo. Razones similares son explicadas por la mayoría de textos de ingeniería económica.

Lo anterior, al aplicar el modelo defensor – retador, y determinar la conveniencia económica del retador, trae como resultado una mayor disponibilidad de utilización, incremento en la producción y productividad, menores costos de producción y por consiguiente mayor competitividad o mayores rendimientos.

Toda empresa posee activos fijos, más aún, si se trata de empresas industriales. Los activos fijos son “considerados permanentes porque son necesarios para el normal desarrollo de las actividades de una compañía” (Robert, 2002), los cuales no se encuentran disponibles para la venta, pueden ser muebles e inmuebles y están destinados a la producción de bienes y servicios.

Los activos fijos con el transcurso del tiempo, más tarde o más temprano, deben ser reemplazados; esta circunstancia obedece a diversa causas tales como:

- Deterioro o desgaste del activo fijo, situación en la cual los gastos de operación y mantenimiento se ven incrementados significativamente
- Obsolescencia a causa del desarrollo tecnológico
- Insuficiente cantidad de producción de bienes o servicio

Identificada una de las causas o una combinación de aquellas, el administrador o gerente de la compañía debe estar alerta para proceder a tomar la decisión de reemplazar. La referida decisión debe basarse en un método técnico y científico que respalde su decisión, esto es, mediante un análisis cuantitativo de reemplazo retador - defensor, el cual sirva para averiguar si un equipo está operando de manera económica, situación en la que el activo tendrá un tiempo más de vida útil económica o, está operando de manera antieconómica, en la cual será inminente su reemplazo.

Por lo anterior, se deberá tener en cuenta que un reemplazo apresurado conllevará a disminución en la liquidez de la compañía, mientras que, un reemplazo tardío ocasionará pérdidas. Lo ideal es contar con un método que sirva para determinar el momento oportuno para realizar el reemplazo de los activos fijos (Bu, 2005).

Para temas de reemplazo de activos, se indican que la aplicación de modelos cuantitativos de reemplazo, es una realidad poco observada en las empresas; el poco o ningún conocimiento de modelos cuantitativos, la costumbre de tomar decisiones en base a corazonadas o por razonamientos cualitativos (VIVEROS, GONZÁLEZ, & RODRIGUEZ, 2004); hace que el estudio propuesto sea una herramienta útil para una adecuada toma de decisiones de reemplazo de activos fijos.

Los textos de ingeniería económica revisados, dan cuenta sobre el reemplazo de activos productivos, autores como Blank Leland y Tarquin Anthony; Taylor George; Coss Bu; Alvarado Víctor; y Riggs James, Bedworth David y Randhawa Sabah, entre otros, han diseñado estudios académicos de reemplazo de activos. En estos textos se hace referencia a estudios resumidos de reemplazo de activos de empresas de Estados Unidos, España, México y Argentina. A pesar de contener ejemplos muy didácticos que guía el aprendizaje del reemplazo de activos por el

método retador – defensor, sin embargo de ello, los administradores de las industrias, para el caso de reemplazamiento de activos productivos, parecen desconocer.

A lo expuesto, se debe sumar que no existe investigación estadística sobre las causas por las que se realiza el reemplazo de activos fijos; así como, cuál es el método, cualitativo o cuantitativo con los cuales se toman las decisiones de reemplazo de activos fijos en las empresas del sector textil en la provincia de Pichincha.

La investigación planteada responde a una de las necesidades de las industrias, ya que se presenta una guía metodológica de cómo proceder en la evaluación de reemplazo de activos que conlleve a decisiones de tipo económicamente favorables, se efectúa simulaciones de aplicación del modelo en empresas del sector textil; a la vez que se realiza una investigación de campo en la que se recolectó información sobre las motivaciones o causas que conllevan al reemplazo de activos fijos y como se adoptan las decisiones de reemplazo.

Objetivo general

Analizar el reemplazo de activos fijos mediante la aplicación del método retador - defensor en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha en el periodo 2006 - 2012.

Objetivos específicos

- Identificar la teoría relacionada con el método cuantitativo retador - defensor de reemplazo de activos fijos con los cuales la alta dirección de la empresa textil pueda tomar las decisiones económicamente más favorables.
- Identificar las características de la industria textil en las empresas de la provincia de Pichincha y las necesidades de reposición de activos productivos.
- Determinar la metodología y variables que permita recolectar la información sobre el reemplazo de activos fijos en las industrias textiles de la provincia de Pichincha de manera confiable.

- Presentar los resultados de la investigación mediante la aplicación de herramientas que proporciona la estadística descriptiva.

El esquema de contenidos.

Capítulo I: Ingeniería económica y las decisiones de reemplazo.

Capítulo II: La provincia de Pichincha y la actividad textil.

Capítulo III: Metodología y alcance de la investigación.

Capítulo IV: Resultados de la investigación.

Capítulo I: Ingeniería económica y las decisiones de reemplazo

Los estudios de ingeniería económica tienen que ver con todas las acciones que identifican, localizan y eliminan el costo innecesario en cualquier parte del proceso productivo y de intercambio o venta, sin sacrificar la calidad esencial, la confiabilidad, el rendimiento, o el aspecto del mantenimiento. Es un esfuerzo orientado y planeado funcionalmente para lograr la relación óptima entre el rendimiento, la confiabilidad y el costo (Arbones, 1998)

La ingeniería económica trata sobre la optimización en el uso de los recursos en general y su fundamentación principal es mostrar los ahorros o rendimientos en términos cuantitativos. La ingeniería económica tiene como principio de medición el dinero y su valor en el tiempo, por consiguiente se presenta una revisión teórica de los fundamentos del valor en el tiempo y sus modelos matemáticos que permiten los cálculos para este fin; la estructura de los flujos de efectivos en diferentes momentos y cantidades, que es la equivalencia económica de una cantidad considerando el tiempo, montos y tasas de interés. Además se presenta de los modelos matemáticos que permiten su cálculo. (Hernández A. , 2002)

Con lo anterior es factible determinar el método de cálculo (defensor – retador) con los que se puede evaluar la alternativa de mejor conveniencia económica; esta evaluación económica llevará a la decisión de reemplazar o retener un activo fijo.

Capítulo II: La provincia de Pichincha y la actividad textil.

En este capítulo se expone la importancia de la industria, su clasificación por actividad económica, en la cual se relieves la actividad industrial textil. Este antecedente sirve para adentrarse en el estudio de las principales industrias textiles y su contribución en la economía del Ecuador, y de manera especial en la provincia de Pichincha. Su desagregación en las diferentes líneas de producción como: hilados, tejidos, prendas de vestir, lencería de hogar y productos especiales; reconocimiento de fibras animales, vegetales y sintéticas, con lo cual se tiene una visión general de esta actividad económica.

Capítulo III: Metodología y alcance de la investigación.

En este capítulo se planifica la realización de la investigación, teniendo en cuenta el tipo de investigación a aplicar, para lo cual se determina el diseño no experimental - transeccional – exploratorio; por cuanto son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de las variables, se observa los fenómenos tal como se presentan en el contexto natural, las observaciones tienen lugar en un momento único y sin ideas prefijadas en virtud a que se refiere a una investigación nueva o poco conocida.

También se tiene en cuenta la información secundaria disponible tanto en la superintendencia de Compañías como las que agrupan al gremio, e información primaria recabadas de los industriales textileros mediante encuestas, para lo cual se ha preparado un cuestionario, el cual permite la obtención de las diferentes variables relacionadas con las decisiones de reemplazo de activos fijos. Para la aplicación de las encuestas se cuantificó la población objeto de estudio y se cálculo del tamaño de la muestra.

Capítulo IV: Resultados de la investigación.

Determinada la metodología de la investigación, se procedió a la recolección de la información primaria y se procesó mediante la construcción de tablas de

distribución de frecuencias absolutas distribuidas mediante un ordenamiento conveniente.

Las tablas con las variables consultadas se transformó en representaciones gráficas, en las que se visualiza de mejor manera los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos, presentados en histogramas para la descripción a manera de síntesis.

Una vez desarrollados los capítulos propuestos se presenta un informe sucinto de los resultados de la investigación, análisis del reemplazo de activos fijos mediante la aplicación del método retador – defensor en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha en el periodo 2006 - 2012.

Hipótesis.

- 1. El reemplazo de activos fijos productivos en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha se estima que al menos el 40% de ellas reponen sus activos mediante la evaluación con métodos cuantitativos.*
- 2. El reemplazo de activos fijos productivos en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha se estima que al menos el 10% de ellas reponen sus activos mediante el método de evaluación económica retador – vencedor.*

CAPÍTULO I.

1 INGENIERÍA ECONÓMICA Y LA DECISIÓN DE REEMPLAZO

1.1 Ingeniería económica

1.1.1 Definición

Al emprender una actividad empresarial se va a ver involucrado la adquisición de activos fijos, que con el transcurso del tiempo, su uso y el avance tecnológico va ser necesario su reemplazo con la finalidad de dar continuidad a la actividad productiva. Para ésta decisión de reemplazo es útil las herramientas que presenta un estudio de ingeniería económica.

“La ingeniería económica implica formular, estimar y evaluar los resultados económicos cuando existan alternativas disponibles para llevar a cabo un propósito definido” (Blank & Tarquin, 2006, pág. 6).

El propósito de toda empresa, a la hora de evaluar el reemplazamiento de activos fijos, es optar por aquellas opciones más económicas y/o más rentables; sin embargo de ello, las opciones calificadas deben considerar otros supuestos como tiempo de uso, cantidad y velocidad de producción, intensidad y especialización de la mano de obra, optimización de la materias primas, calidad del producto terminado, etc. Estos elementos hacen que un estudio de ingeniería económica cuente con la planificación debida, para lo cual es necesario construir modelos de estimación y cálculo numéricos que sustenten las decisiones más adecuadas.

La ingeniería económica sirve para identificar los usos alternativos de los recursos limitados y para seleccionar el curso de acción más conveniente mediante el uso de modelos matemáticos que involucren inversiones, costos, gastos, ingresos, etc. (Riggs, Bedworth, & Randhawa, 2009).

La ingeniería económica es “el conjunto de métodos matemáticos, basados en el cambio de valor del dinero en el tiempo, que aporta información cuantitativa para soportar la toma de decisiones sobre el monto y la viabilidad económico-financiera de las inversiones en proyectos de ingeniería” (Alvarado, 2011, pág. 3).

La comparación de una alternativa sobre otra, indudablemente tiene que ver con el valor del dinero en el tiempo, esto quiere decir, que los valores de las alternativas sujetas a comparación, cualquiera sea el método a usar, deben referirse a un momento determinado.

1.1.2 Importancia de la ingeniería económica

“Las decisiones que toman los ingenieros, gerentes, presidentes e individuos, por lo general son el resultado de elegir una alternativa sobre la otra” (Blank & Tarquin, 2006, pág. 6). Una de las decisiones que se puede adoptar en estudios de ingeniería económica cuando se trata de un proyecto nuevo, es llevar adelante la inversión o, no hacer nada; aunque parezca raro, el no hacer nada, puede ser una alternativa que más convenga frente a la ejecución del proyecto. En un proyecto en marcha, se puede comparar varias alternativas (dos o más) en las cuales debe considerarse el no hacer nada y sobre esa base tomar la decisión más adecuada.

Para Blank y Tarquín (2006) las técnicas y modelos de ingeniería económica ayudan a la gente a tomar decisiones, estas técnicas y modelos son de naturaleza cuantitativa tales como: los flujos de efectivo, el tiempo de ocurrencia, la tasa de interés, entre otros. Por lo dicho, la referencia temporal en una toma de decisiones es el futuro.

La ingeniería económica admite, sobre la base de un modelo desarrollado, realizar análisis de sensibilidad, realizando cambios en las diferentes variables, con lo cual se obtiene otros resultados y situación en las que se estaría generando varios escenarios o alternativas útiles para la toma de decisiones que más convenga.

La ingeniería económica proporciona soluciones no solo para proyectos o empresas nuevas; sino también, para empresas en operación, cuando sus activos

productivos pasan por algunas de las causas que ameritan un análisis de reemplazo. En consecuencia, los estudios de ingeniería económica no podrán ser prescindidos por las empresas que intentan crecer, mejorar su productividad, ser más competitiva, ofrecer los mejores productos, etc.; por consiguiente, para que la empresa cumpla con sus expectativas de crecimiento y permanencia en el tiempo, será cuando sus gerentes, presidentes, administradores y en general, los individuos de la alta dirección, tengan en cuenta que las técnicas y métodos de la ingeniería económica, les lleve a la toma de decisiones acertadas.

Para la realización de estudios de reemplazo es necesario tener en cuenta estudios fundamentales de ingeniería económica tales como: valor del dinero en el tiempo, valor presente, valor futuro, costo anual equivalente y valor presente neto.

1.2 Valor del dinero en el tiempo

Desde tiempos remotos, el intercambio de bienes y servicios ha sido una necesidad de la condición humana, ha evolucionado y perfeccionado, que en la actualidad ya no es necesario la presencia física de los vendedores, compradores y el producto, en la actualidad además de las formas tradicionales, con la ayuda de la tecnología puede realizarse las transacciones mercantiles de manera virtual.

El aparecimiento del dinero en la sociedad ha facilitado el intercambio de los bienes y servicios; sin embargo, estos, en las últimas décadas, su precio o valor han experimentado constantes y rápidas variaciones que generalmente han ido al alza; sus causas son muy diversas, desde fenómenos naturales como: plagas, sequías, inundaciones, heladas, ceniza volcánica; de orden sociales como: protestas sectoriales, huelgas, guerras; y, económicos como: impuestos, devaluación, inflación, entre otros. Bajo estas consideraciones a medida que transcurra el tiempo se necesitará una mayor cantidad de dinero para la adquisición de un bien.

Por lo anterior, se debe suponer que cualquier intercambio de un bien o servicio en el presente se convierta en otra cantidad en el futuro, teniendo en cuenta

que el dinero de hoy debe generar un interés que compense en algo más los efectos de la inflación y/o devaluación.

1.2.1 Equivalencia

Al referirse a la equivalencia, Riggs et al., 2009 señala que “dos cosas son equivalentes cuando producen el mismo efecto”; si por ejemplo, en la actualidad un ahorrista deposita USD 1,000 para luego de 10 años obtener USD 2,000; puede ser un arreglo relativamente justo si se considera que el ahorrista pudo con los USD 1,000 haber comprado hoy 1,000 libras de uvas y que transcurridos los 10 años podrá conseguir las 1,000 libras de uvas por USD 2,000; esto quiere decir que USD 1,000 de ahora, es equivalente a USD 2,000 transcurridos los 10 años. Lo expuesto resulta de ese modo, en virtud que los efectos inflacionarios en la economía hacen que el valor de los bienes y servicios tiendan al alza.

La equivalencia del dinero en el tiempo es un elemento fundamental que debe tenerse en cuenta a la hora de tomar decisiones. “Determinar que tanto se requiere que el dinero cambie de valor en razón del tiempo es el resultado de las tasas de interés (Alvarado, 2011, pág. 6).

1.2.2 Tasa de interés

Las decisiones de inversión se basan en contrapartida a la obtención de utilidades, esto quiere decir que un inversionista estará dispuesto a realizar erogaciones de dinero para determinado proyecto, con el propósito de obtener futuros réditos económicos que a más de recuperar el poder adquisitivo provocado por la inflación, le genere un rendimiento adicional que compense el uso y riesgo asumido al llevar adelante la inversión. Lo cual según Taylor (1991) manifiesta que “la utilidad resultante, originada por el uso del dinero, debe atribuirse a la productividad del capital”.

Un capital se le considerará productivo cuando a la expectativa de obtener utilidades, se haya tomado en cuenta el costo de capital, costo de oportunidad, la tasa de rendimiento y la tasa mínima de rendimiento requerida.

1.2.2.1 El costo de capital.

Es el pago por el uso del capital que la empresa debe cancelar por dineros recibidos en préstamos de terceras personas. “esta obligación del usuario debe considerarse como un costo por usar el capital” (Taylor, 1991, pág. 38). Esta obligación puede ser legal o contractual; sin embargo, no se debe perder de vista aquellos fondos proporcionados por los socios o accionistas en los que la empresa está obligada a retribuirlos con dividendos el uso del capital.

1.2.2.2 El costo de oportunidad.

Cuando un inversionista desea hacerle trabajar a su dinero, pensará en algunas alternativas de inversión; esto quiere decir que, el propietario de capital podrá tener más de una oportunidad de invertir su dinero, el aceptar una de aquellas oportunidades hará que se pierda la oportunidad de invertir en las otras opciones (Taylor, 1991).

El costo de oportunidad establece entonces, el rechazar una inversión a cambio de elegir otra. Por consiguiente el costo de oportunidad no solo será la opción de un individuo o de prestadores especializados de dinero, será una opción para la administración de una empresa. Esta última es de fundamental importancia por cuanto los dividendos que esperan recibir los accionistas, dependerá de las oportunidades consideradas por la administración de la empresa.

1.2.2.3 La tasa de rendimiento.

Cuando el interés pagado con respecto a una unidad de tiempo específica se expresa como porcentaje de la cantidad original, el resultado toma el nombre de tasa de interés (Blank & Tarquin, 2006). Por consiguiente:

$$Tasa\ de\ interés\ (\%) = \frac{interés\ acumulado\ por\ unidad\ de\ tiempo}{valor\ original} \times 100\%$$

La unidad de tiempo de la tasa de interés recibe el nombre de período de interés. Para efectos de cálculo en el presente trabajo, el período de interés se considerará de un año. Según se define ordinariamente, el interés es el rédito que hay que pagar por el uso del dinero tomado en préstamo.

1.2.2.4 Tasa mínima de rendimiento requerida o tasa mínima aceptable de rendimiento

Es usual que en las empresas los recursos monetarios sean escasos y por otro lado, múltiples las necesidades. Para cubrir las necesidades de activos productivos considerando que el dinero no es suficiente para llevar a cabo todos o gran parte de los proyectos, los administradores tendrán dos opciones: la primera, considerar reinvertir las utilidades y la segunda obtener dinero en préstamo.

Es obvio que, la primera opción proporciona un rendimiento mayor con relación a la segunda que con seguridad su rendimiento será menor; esto se debe al reconocimiento del uso del capital. Por consiguiente, los administradores tendrán como opción aceptar aquellos proyectos que mayor rendimiento proporcionen y hacer uso de los flujos de caja disponibles en la empresa.

Para llegar a una adecuada decisión, la administración deberá jerarquizar los proyectos por sus rendimientos (de más a menos), en la que se muestre la tasa de rendimiento esperada, sobre ello y las disponibilidades de efectivo, los administradores deberán tomar la decisión de definir la **tasa mínima aceptable de rendimiento TMAR**. La tasa mínima aceptable de rendimiento establece el límite inferior sobre el que se puede invertir pero, más que eso, dicta también las inversiones que deben aceptarse siempre que estén disponibles (Taylor, 1991).

Cuando los fondos propios no sean suficientes para cubrir con las necesidades de la empresa; siempre se tendrá presente la opción de recurrir a obtener financiamiento; pero la tasa mínima aceptable de rendimiento deberá ser superior al costo de capital.

1.2.2.5 *Interés.*

“El interés es la manifestación del valor del dinero en el tiempo” (Blank & Tarquin, 2006), es la diferencia que existe entre el valor futuro y el valor actual o capital invertido. Esta diferencia puede tener los resultados siguientes:

- a. Si es positivo, significa que el capital original ha experimentado un incremento, lo que ocasiona una ganancia económica.
- b. Si es negativo, significa que el capital original ha sufrido una disminución, lo que ocasiona una pérdida económica.
- c. Si es nula, significa que el capital se mantiene en el mismo valor, no hay interés, lo cual no es halagador, ya que el dinero que se tiene ha perdido su poder de compra con relación al pasado.

Los cargos por interés es una forma de compensar al prestamista por la pérdida del uso del dinero, el riesgo que no se pague y por el costo administrativo que implica realizar el préstamo; de otro lado, el prestatario consigue los dineros necesarios y reconoce un interés por la oportunidad de hacer algo ahora, que de otro modo debería esperar un lapso de tiempo o nunca lo realizaría (Riggs, Bedworth, & Randhawa, 2009).

El cálculo de interés se obtiene mediante la siguiente relación.

$$\text{Interés} = \text{Valor futuro} - \text{Valor original}$$

Donde:

$I = \text{Interés}$

$M = \text{Valor futuro o monto}$

$P = \text{Valor original, valor presente o capital}$

Por consiguiente la fórmula de cálculo quedaría.

$$I = M - P$$

Fórmula (1)

El rédito que se conviene en pagar por una suma determinada de dinero depende de la cuantía de la suma prestada, de la duración de la deuda y de la tasa de interés. Por consiguiente, al calcular el interés hay que tener en cuenta tres factores:

- a. El capital o principal.
- b. El tiempo.
- c. La tasa.

El capital es la suma prestada. En adelante se empleará indistintamente las palabras principal y capital.

El tiempo es la duración del lapso para el que se calcula el interés. De ordinario la unidad de tiempo es un año. Cuando se calculan los intereses correspondientes a un lapso menor que un año, la unidad comúnmente usada es el mes o el día.

La tasa de interés es el número de unidades pagadas como rédito en la unidad de tiempo, por cada cien unidades de la suma prestada. La unidad de tiempo suele ser el año. Las unidades se expresan, naturalmente, en la moneda del país en el que se contrae la deuda, tal como dólares, pesos, libras esterlinas, euros, etc. Así, si se conviene que por cada cien dólares prestados se pagarán como interés 6 dólares al final de cada año, la tasa o tipo de interés es el 6 por ciento anual, que se representa 6%. La tasa puede definirse como la razón del interés al capital por cada unidad de tiempo. En adelante, para las aplicaciones prácticas, se usará generalmente esta acepción de tasa, es decir, el tanto por uno; de modo que cuando se haya dado el tanto por ciento bastará dividir éste por cien para obtener la tasa.

1.3 Interés simple y el compuesto.

Diferencia

El interés simple se calcula sobre el capital primitivo que permanece invariable. En consecuencia, el interés que se obtiene en cada intervalo unitario de tiempo es siempre el mismo.

El interés compuesto se calcula a una tasa constante durante el plazo de la deuda, pero el capital es aumentado a intervalos regulares, añadiéndole el interés acumulado durante cada intervalo de tiempo pasado.

Cuando los intereses de una deuda se pagan periódicamente, no puede haber interés compuesto. Únicamente cuando los pagos de interés no se hacen a su vencimiento, empieza el acrecentamiento del capital. Es evidente que en los cálculos de interés compuesto, el capital de la deuda crece al final de cada intervalo de tiempo, y en consecuencia, el interés se hace mayor en cada período sucesivo.

1.3.1 Interés simple.

El interés simple es una fórmula financiera que permite calcular el rédito que genera un capital a una tasa de interés en un período de tiempo. Es una ley que se utiliza comúnmente en el corto plazo (períodos menores de 1 año).

El interés simple sobre cualquier capital se halla multiplicando unos por otros los números que representan el capital, el tiempo y la tasa.

$$\text{Interés} = \text{Capital} * \text{Tiempo} * \text{Tasa}$$

La nomenclatura a utilizar es como sigue:

$I = \text{Interés}$

$P = \text{Principal o capital}$

$t = \text{Plazo en periodos de tiempo}$

$i = \text{Interés anual por unidad o tasa}$

Aplicando las letras para expresar simbólicamente que el interés es el producto de los tres factores: capital, tiempo y tasa, se tiene:

$$I = Pti$$

Fórmula (2)

En esta fórmula intervienen cuatro letras diferentes. Si se plantean problemas entre las magnitudes que ellas representan, de manera que tres sean conocidas, mediante transformación de la fórmula puede hallarse la cantidad desconocida.

La fórmula (2) $I = Pti$, se llama también una ecuación. Una propiedad fundamental de las ecuaciones es que se puede sumar, restar, multiplicar o dividir por un mismo número o variable a sus dos miembros y la igualdad no se ve afectada. Este principio será aplicado a todas las fórmulas que se considere en el presente trabajo.

El monto simple está dado por la fórmula

$$M = P(1 + it)$$

Fórmula (3)

EJEMPLO 1:

Textiles Nacionales paga el 8.7% sobre obligaciones a plazo. ¿Cuál es el pago anual por interés sobre una deuda de USD 25,000? ¿Cuál es el monto al cabo de un año?

Solución.

Datos del problema:

$$P = 25,000 \quad i = 0.087 \quad t = 1 \text{ año} \quad I = \text{incógnita} \quad M = \text{incógnita}$$

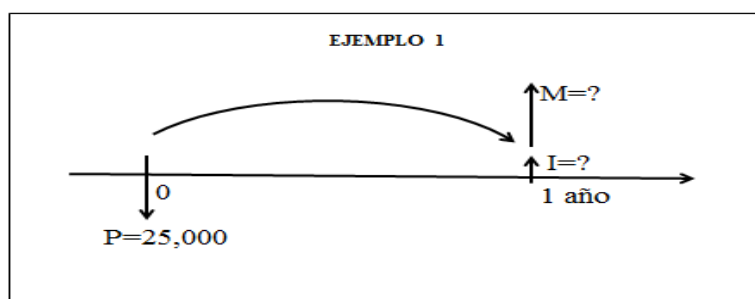


Figura 1. Flujo de caja para determinar el interés y monto de una obligación a plazo.

Sustituyendo las cantidades conocidas en la fórmula (2) $I = Pti$, se tiene:

$$I = 25,000 * 1 * 0.087$$

$$I = 2,175$$

Luego, lo que Textiles Nacionales paga anualmente por interés sobre esta obligación asciende a USD 2,175.00.

Sustituyendo las cantidades conocidas en la fórmula (3) $M = P(1 + it)$, se tiene:

$$M = 25,000(1 + 0.087 * 1)$$

$$M = 27,175$$

Luego, lo que Textiles Nacionales debería cubrir (capital + interés) sobre esta obligación después de un año asciende a USD 27,175.

1.3.2 Interés compuesto

El interés compuesto se aplica usualmente en aquellas transacciones que abarcan un período largo de tiempo. Se calcula utilizando la cantidad inicial aplicándolo durante intervalos establecidos, el interés vencido es agregado al capital original o principal; en este caso se dice que el interés es capitalizable o convertible, en capital y en consecuencia, también gana interés. El capital aumenta periódicamente y el interés convertible en capital también aumenta periódicamente durante el período de la transacción. La suma vencida al final de la transacción es conocida como monto compuesto.

La fórmula que calcula el monto con interés compuesto está dada por

$$M = P(1 + i)^n$$

Fórmula (4)

A la diferencia entre el monto compuesto y el capital original se le conoce como interés compuesto. Por consiguiente:

$$I = M - P$$

En la tabla 1 se muestran los montos a interés compuesto y los montos a interés simple de un capital de \$25,000 a una tasa de 10% anual a lo largo de 10 años.

Tabla 1.
Composición del monto compuesto y monto simple.

PERÍODO EN AÑOS (n) 1	CAPITAL POR PERÍODO (P) 2	TASA DEL PERÍODO (i) 3	INTERÉS COMPUESTO DEL PERÍODO (P*i) 4	MONTO COMPUESTO (P+(P*i)) 5	INTERÉS SIMPLE DEL PERÍODO (P*i) 6	MONTO SIMPLE (P+(P*i)) 7
0				25,000.00		25,000.00
1	25,000.00 ^a	0.1	2,500.00	27,500.00	2,500.00	27,500.00
2	27,500.00	0.1	2,750.00	30,250.00	2,500.00	30,000.00
3	30,250.00	0.1	3,025.00	33,275.00	2,500.00	32,500.00
4	33,275.00	0.1	3,327.50	36,602.50	2,500.00	35,000.00
5	36,602.50	0.1	3,660.25	40,262.75	2,500.00	37,500.00
6	40,262.75	0.1	4,026.28	44,289.03	2,500.00	40,000.00
7	44,289.03	0.1	4,428.90	48,717.93	2,500.00	42,500.00
8	48,717.93	0.1	4,871.79	53,589.72	2,500.00	45,000.00
9	53,589.72	0.1	5,358.97	58,948.69	2,500.00	47,500.00
10	58,948.69	0.1	5,894.87	64,843.56	2,500.00	50,000.00

^a El capital de cada período en interés simple se mantiene el valor original (USD 25,000.00).

El cálculo del monto con interés compuesto se obtiene de la fórmula (4).

$$M = 25,000(1 + 0.10)^{10}$$

$$M = 64,843.56$$

El cálculo del monto con interés simple se obtiene de la fórmula (3).

$$M = 25,000(1 + 0.10 * 10)$$

$$M = 50,000$$

Los montos obtenidos transcurridos los 10 años, en interés compuesto (\$ 64,843.56) e interés simple (\$ 50,000), muestran una significativa diferencia, la cual se puede observar en la figura 1. A medida que la tasa de interés sea mayor o el tiempo se incremente se observará una diferencia mayor entre los montos simple y compuesto.

El interés puede ser convertido en capital anualmente, semestral, trimestralmente, mensualmente, etc. El número de veces que el interés se convierte en un año se conoce como frecuencia de conversión. El período de tiempo entre dos conversiones sucesivas se conoce como período de interés o conversión.

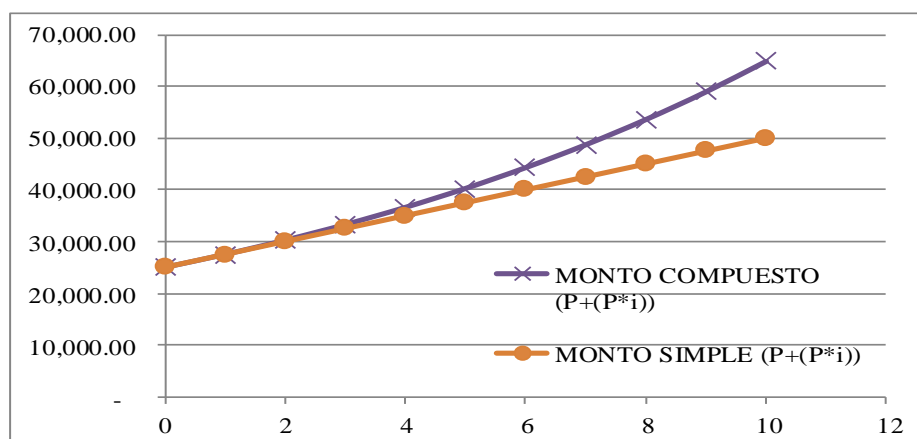


Figura 2. Crecimiento del monto compuesto y monto simple.

La tasa de interés se establece normalmente como tasa anual, por “interés al 10%” se entiende que al 10% se convierte anualmente; de otra forma, la frecuencia de conversión se indica expresamente, esto es 8% convertible semestral; 12% convertible trimestralmente, etc. (Díaz, 2004). Para el objetivo del presente trabajo se tendrá en cuenta la capitalización anual

En problemas que implican interés compuesto, 3 conceptos son importantes.

- 1°. El capital original “deuda, depósito, ahorro”
- 2°. La tasa de interés por período
- 3°. El número de períodos de conversión durante todo el plazo de la transacción.

EJEMPLO 2:

Textiles Nacionales paga el 8.7% capitalizable trimestralmente sobre obligaciones a plazo. ¿A cuánto ascenderá el pago anual por interés sobre una deuda de USD 25,000? ¿Cuál es el monto compuesto?

Solución.

Datos del problema:

$$P = 25,000 \quad i = 0.087 \quad t = 1 \text{ año} = 4 \text{ trimestres} \quad I = \text{incógnita}$$

Al aplicar las fórmulas de interés compuesto para determinar el valor del interés, es necesario calcular el monto de acuerdo a la fórmula 4.

$$M = P(1 + i)^n$$

Reemplazando, se tiene:

$$M = 25,000(1 + 0.087)^4$$

$$M = 27,246.99$$

A la diferencia entre el monto compuesto y el capital original se le conoce como interés compuesto. Por consiguiente:

$$I = M - P$$

Reemplazando, se tiene:

$$I = 27,246.99 - 25,000.00$$

$$I = 2,246.99$$

La tabla 2, contiene el interés compuesto por cada período trimestral; un año tiene cuatro trimestres y la suma de los intereses asciende a USD 2,246.99. Por tanto el monto compuesto al vencer el cuarto trimestres, alcanzaría a USD 27,246.99.

Tabla 2.
Cálculo de interés compuesto en períodos trimestrales.

PERÍODO	CAPITAL	TASA ANUAL	PERÍODO DE CONVERSIÓN	TASA DEL PERÍODO	INTERÉS DEL PERÍODO
0	25,000.00				0
1	25,000.00	0.087	4	0.02175	543.75
2	25,543.75	0.087	4	0.02175	555.58
3	26,099.33	0.087	4	0.02175	567.66
4	26,666.99	0.087	4	0.02175	580.01
	27,246.99	INTERÉS POR UN AÑO			2,246.99

1.4 Diagramas de flujo de caja

El flujo de efectivo describe como las entradas y salidas de dinero, que de manera general, para estudios de ingeniería económica se tiene como unidad temporal el año. “Toda persona o compañía tiene entradas de efectivo -recaudos e ingreso (entradas) y desembolsos de efectivo gastos y costos (salidas)” (Blank & Tarquin, 2006). Por consiguiente, los ingresos y egresos se detallarán en una escala

horizontal anual; tanto las entradas como las salidas de dinero están representadas por líneas verticales, de las cuales se desplazará hacia arriba de la línea horizontal cuando se trate de entradas y el desplazamiento hacia abajo de la línea horizontal cuando se trate de salidas de dinero.

La longitud de las líneas de ingresos y egresos, debe entenderse como directamente proporcionales a los valores que representan; y se consideran, de la línea horizontal hacia arriba para el caso de los ingresos y hacia abajo para los egresos. La proporcionalidad referida, hace relación a las estimaciones de flujos de efectivo futuros, que como se comprenderá, no siempre resultarán ciertas con la exactitud que se quisiera; sin embargo, la precisión con la que se determine las estimaciones de entradas y salidas se reflejará en la claridad y calidad del análisis económico.

Para Alvarado, (2011), las reglas a seguir para realizar la representación y ubicación de ingresos y egresos en un diagrama de flujo, son las siguientes.

- a. La escala de tiempo se inicia en el período cero, de manera que todo valor que se ubique a la derecha de éste se considera como un futuro.
- b. Los flujos de efectivo se representan mediante “vectores monetarios” cuya magnitud representa el valor estimado.
- c. Las cantidades ubicadas por arriba de la escala horizontal representan valores positivos, como utilidades, ingresos, ahorros o cualquier otro beneficio.
- d. Las cantidades ubicadas por abajo de la escala horizontal representan valores negativos, como inversiones, costos, gastos, pérdidas, egresos o desbeneficios.
- e. Los flujos se pueden simplificar calculando la diferencia de los flujos de ingresos y egresos de los correspondientes períodos.
- f. Los flujos de efectivo se los debe ubicar de manera puntual sobre el final de los períodos que corresponda. Los ingresos y egresos o flujos simplificados ocurridos en el transcurso del período (01/01/año n a 31/12/año n) se registrará como el flujo ocurrido al final del período.

Esta secuencia convencional se tomará en consideración para realizar los flujos de caja a lo largo en el presente trabajo. La figura 3 representa los flujos de efectivo de entradas y salidas dinero de un caso hipotético.

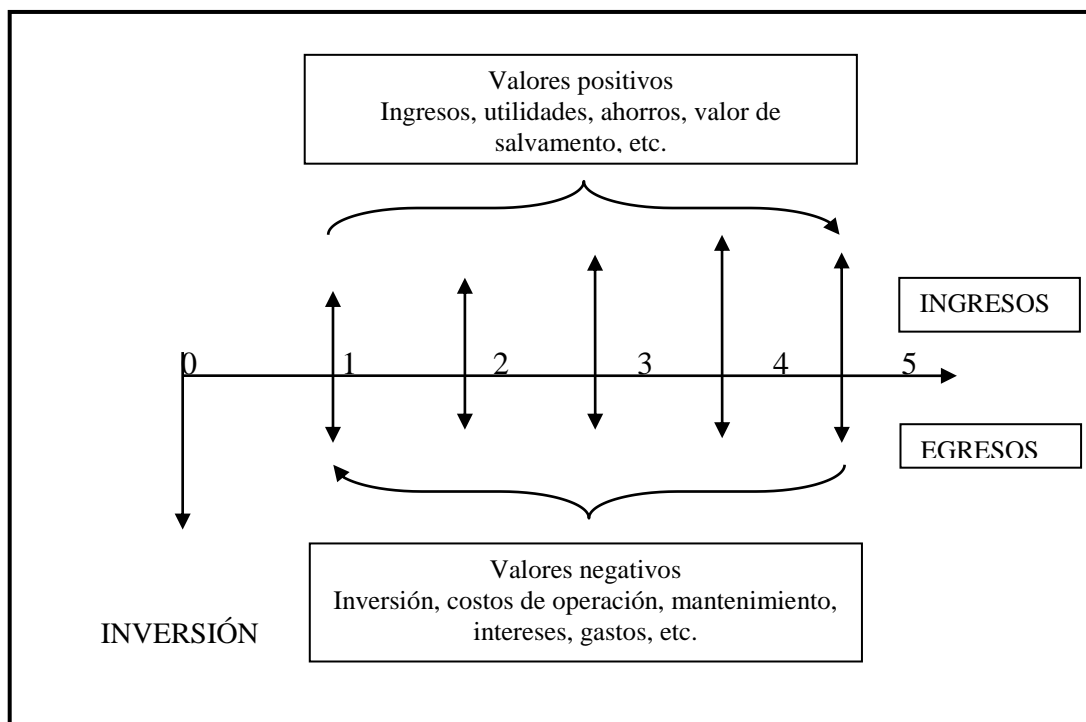


Figura 3. Elementos que constituyen un flujo de caja.
Fuente: (Riggs, Bedworth, & Randhawa, 2009).

El diagrama de flujo de efectivo, no necesariamente debe tener una escala exacta, pero probablemente evitará muchos errores si se elabora un diagrama claro a una escala aproximada para el tiempo y para las magnitudes del flujo de efectivo (Blank & Tarquin, 2006).

1.4.1 Estimaciones del flujo de caja.

Para obtener una buena aproximación, tanto de los flujos de entrada como de salida de caja, Blank & Tarquin (2006) proponen que los elementos que conforman los flujos *de entradas de efectivo*, pueden estar compuestos de los siguientes, dependiendo de la naturaleza de la actividad propuesta y del tipo de negocio involucrado.

- a. Ingresos (generalmente incrementales atribuidos a la alternativa).

- b. Reducciones en el costo de operaciones (atribuidas a la alternativa).
- c. Valor de salvamento de activos.
- d. Recibo del principal de un préstamo.
- e. Ahorros en impuestos sobre la renta.
- f. Ingresos provenientes de la venta de acciones y bonos.
- g. Ahorros en costos de construcción e instalaciones.
- h. Ahorros o rendimiento de los fondos de capital corporativos.

Del mismo modo, los elementos que consideran las *salidas de efectivo*, o desembolsos, están conformadas por los siguientes:

- a. Primer costo de activos (con instalación y envío).
- b. Costos de operación (anual e incremental).
- c. Costos de mantenimiento periódico y de reconstrucción.
- d. Pagos del interés y del principal de un préstamo.
- e. Aumento esperado de costos principales.
- f. Impuestos sobre la renta.
- g. Pago de bonos y de dividendos de bonos.
- h. Gasto de fondos de capital corporativos.

Los elementos que conforman los flujos de ingresos y egresos, son estimaciones que lo realizan cada uno de los departamentos involucrados tales como ventas, compras, contabilidad, financiero, talento humano, producción, etc., considerando que, a mayor experiencia, las posibilidades de acierto en la estimación serán más cercanas (Blank & Tarquin, 2006) .

Realizadas las estimaciones de los flujos de entradas y salidas de efectivo, el flujo de efectivo neto durante un período (anual) se calcula de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\text{Flujo neto de efectivo} = \text{flujo de entradas} - \text{flujo de salidas}$$

1.5 Símbolos y términos.

Para realizar los procedimientos y cálculos de ingeniería económica, es necesario considerar la simbología a utilizar en las fórmulas. Según Blank & Tarquin (2006) los símbolos a utilizarse son los que siguen.

a. Valor presente.

P = valor o cantidad de dinero en un momento denotado como presente o tiempo 0. También P recibe el nombre de valor presente (VP), valor presente neto (VPN), flujo neto de efectivo descontado ($FNED$), y costo capitalizado (CC); unidades monetarias.

El símbolo P es un valor que se presenta una sola vez en el tiempo; representa una sola suma de dinero en algún momento anterior a un valor futuro F .

b. Valor futuro.

F = valor o cantidad de dinero en un tiempo futuro. F también recibe el nombre de valor futuro (VF); unidades monetarias.

El símbolo F es un valor que se presenta una sola vez en el tiempo; es el valor del dinero en la fecha de vencimiento o plazo.

c. Valor anual.

A = serie de cantidades de dinero consecutivas, iguales y del final del período. A también se denomina valor anual (VA) y valor anual uniforme equivalente ($VAUE$); unidades monetarias por año.

A tiene siempre el mismo valor una vez en cada período de interés durante un número específico de períodos.

d. Tiempo o períodos de plazo,

n = número de períodos de interés en años. Tiempo expresado en períodos; años, meses, días. Para la realización del presente trabajo se ha indicado que es en años.

e. Tasa de interés.

i = tasa de interés o tasa de retorno por período; porcentaje anual.

La tasa de interés i corresponde a una tasa de interés compuesta expresada como porcentaje por período de interés en el que se indica el período de capitalización.

Por lo anterior, para la solución de problemas de ingeniería económica se tendrá en cuenta los términos (P, F, A, n, i) ; cada problema incluirá por lo menos cuatro símbolos, P, F, A, n e i , cuando menos tres de ellos son datos que se presentan conocidos (Blank & Tarquin, 2006).

Por su parte, Riggs, Bedworth & Randhawa (2009) señalan que teniendo en cuenta los cinco términos anteriores, existen tres grupos y siete factores básicos de cálculo para la composición discreta, los cuales se detallan a continuación:

1.5.1 Pago único.

Comprende los casos de cálculo de valor futuro F y valor presente P .

1.5.1.1 Factor de cantidad compuesta de pago único.

El valor futuro de una cantidad presente cuando el interés se acumula a una tasa específica i por un número dado de n períodos, donde F es el valor futuro, al final del n -ésimo período está dado por:

Fórmula

$$F = P(1 + i)^n$$

Fórmula (5)

En factores

$$F = (F/P, i, n)$$

Fórmula (6)

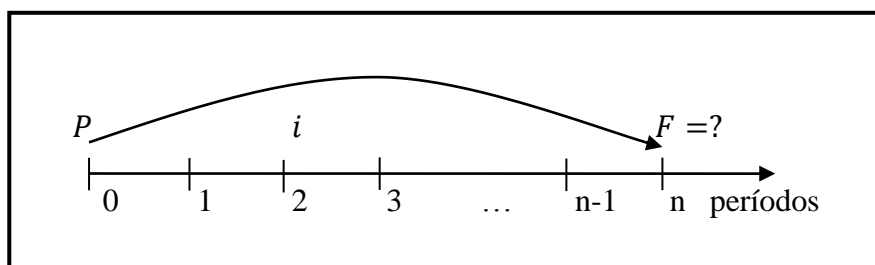


Figura 4. Flujo de caja para el valor futuro de pago único.

1.5.1.2 Factor de valor presente de pago único. Ubicar numeral

El valor presente P consiste en calcular el equivalente del valor futuro, esto es, n períodos antes de F , considerando una tasa de interés i . El valor presente o actual es el equivalente a lo que se deberá pagar en el futuro, este procedimiento se le denomina descuento de una deuda.

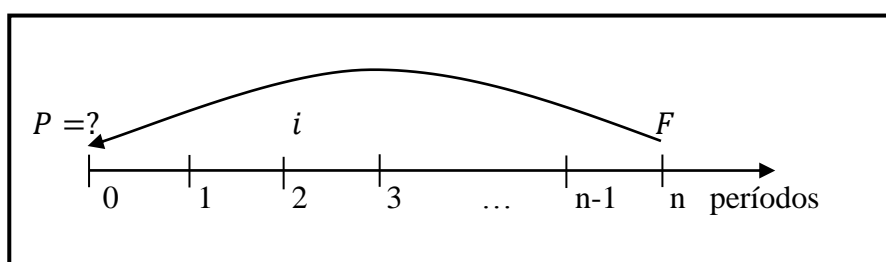


Figura 5. Flujo de caja para el valor presente de pago único.

Fórmulas.

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}, \text{ o}$$

Fórmula (7)

$$P = F(1 + i)^{-n}$$

Fórmula (8)

En factores

$$P = (P/F, i, n)$$

Fórmula (9)

1.5.2 Serie uniforme.

Comprende aquellos pagos o depósitos contantes realizados a períodos iguales de tiempo que en adelante se conocerá como A y se encuentra asociada con las anualidades. Se puede calcular el valor futuro F y el valor presente P de una serie uniforme o anualidad.

1.5.2.1 Factor cantidad compuesta de una serie.

El valor futuro de una serie uniforme A , cuando el interés se acumula a una tasa específica i , por un número dado de n períodos; donde F es el valor futuro, al final del n -ésimo período está dado por:

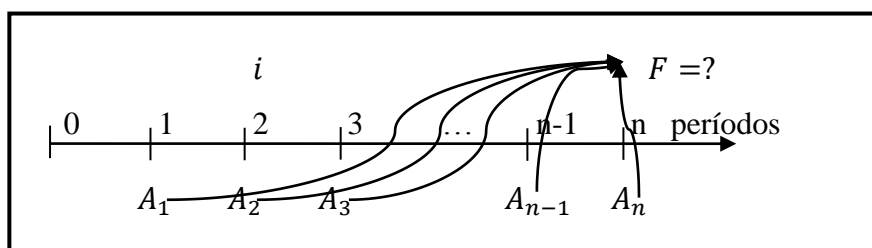


Figura 6. Flujo de caja para el valor futuro de una serie de pagos.

Fórmulas.

$$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad \text{Fórmula (10)}$$

En factores

$$F = A(F/A, i, n) \quad \text{Fórmula (11)}$$

1.5.2.2 Factor depósito de fondo de amortización.

El valor de los depósitos de fin de período A , para determinar la equivalencia de valor futuro F , cuando el interés se acumula a una tasa específica i por un número dado de n períodos, se representa según la figura 7.

Fórmulas.

$$A = F \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad \text{Fórmula (12)}$$

En factores

$$A = F(A/F, i, n) \quad \text{Fórmula (13)}$$

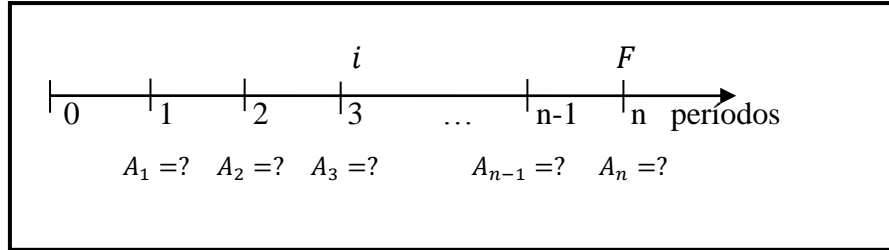


Figura 7. Flujo de caja para el valor anual de un pago futuro.

1.5.2.3 Factor de valor presente de una serie.

El valor presente P , de una serie uniforme A , es cuando la renta de fin de período traída a valor presente, a una tasa específica i de un número dado de n períodos, está dada por:

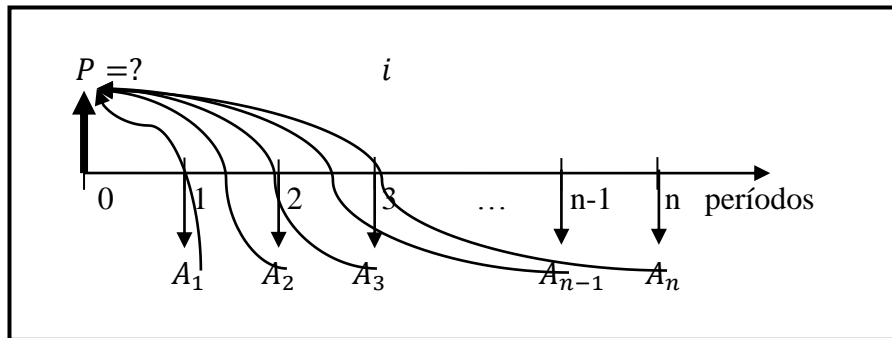


Figura 8. Flujo de caja para el valor presente de una serie de pagos.

Fórmulas.

$$P = A \left[\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right] \quad \text{Fórmula (14)}$$

En factores

$$P = A(P/A, i, n) \quad \text{Fórmula (15)}$$

1.5.2.4 Factor de recuperación de capital

El valor de la renta de fin de período A , para recuperar una cantidad presente P , cuando el interés se acumula a una tasa específica i por un número dado de n períodos, está dado por:

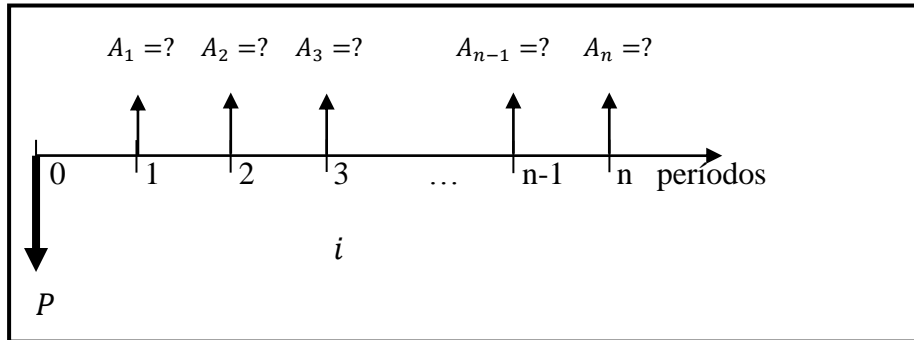


Figura 9. Flujo de caja para el valor anual de un pago presente.

Fórmulas.

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad \text{Fórmula (16)}$$

En factores

$$A = P(A/P, i, n) \quad \text{Fórmula (17)}$$

1.5.3 Gradiente.

Es una serie de flujos que aumenta o disminuye a una cantidad constante (gradiente aritmético) o porcentaje constante (gradiente geométrico).

1.5.3.1 Gradiente aritmético.

Un gradiente aritmético se forma de flujos de caja en los cuales al primer período está representado por A_1 , y se incrementa una cantidad constante G , en cada siguiente período, como se muestra en la figura 10.

Fórmulas.

$$P_T = P_A \pm P_G \quad \text{Fórmula (18)}$$

Donde

$$P_A = A_1 \left[\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right] \quad \text{Fórmula (19)}$$

y

$$P_G = \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n} - \frac{n}{(1+i)^n} \right] \quad \text{Fórmula (20)}$$

por consiguiente

$$P_T = A_1 \left[\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right] \pm \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n} - \frac{n}{(1+i)^n} \right] \quad \text{Fórmula (21)}$$

En factores

$$P_A = A_1(P/A, i, n) \quad \text{Fórmula (22)}$$

$$P_G = G(P/G, i, n) \quad \text{Fórmula (23)}$$

Con lo anterior, si el gradiente es creciente, se tendrá:

$$P_T = A_1(P/A, i, n) + G(P/G, i, n) \quad \text{Fórmula (24)}$$

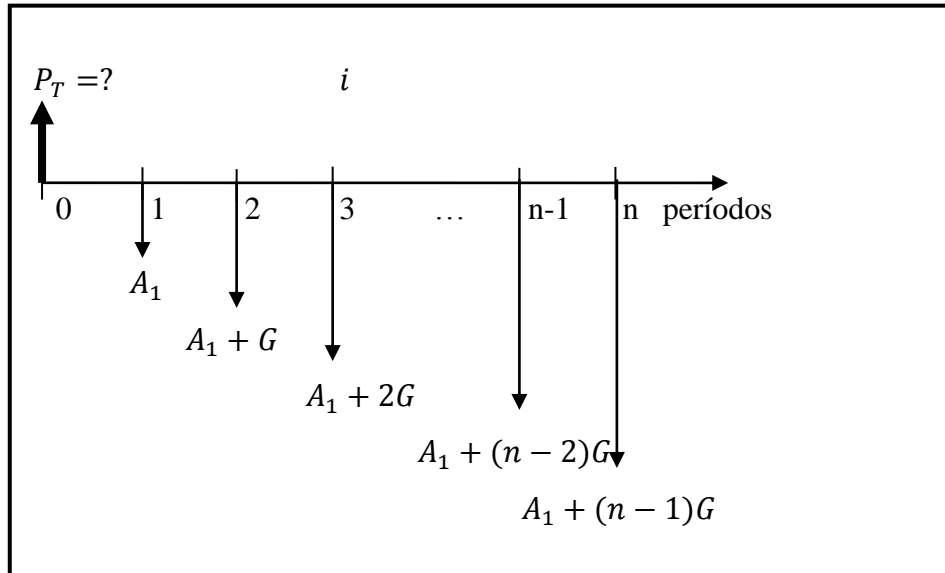


Figura 10. Flujo de caja para el valor presente de un gradiente aritmético creciente.

Si el gradiente es decreciente, se tendrá:

$$P_T = A_1(P/A, i, n) - G(P/G, i, n) \quad \text{Fórmula (25)}$$

A partir del resultado del valor presente se puede obtener el valor futuro y el valor anual, según se expresa a continuación.

Para valor futuro:

Fórmulas.

$$F = P(1 + i)^n$$

En factores

$$F = (F/P, i, n)$$

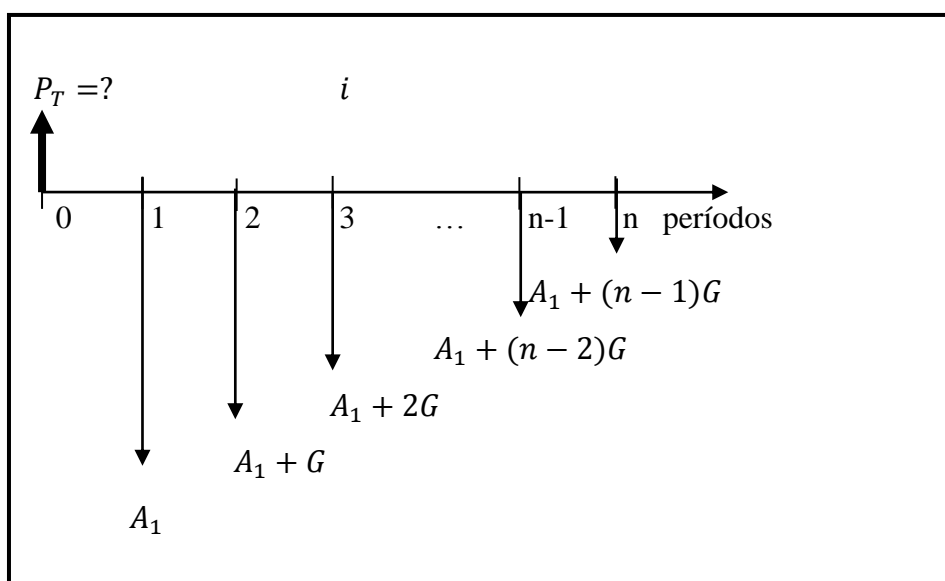


Figura 11. Flujo de caja para el valor presente de un gradiente aritmético decreciente.

Para valor anual:

Fórmulas.

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

En factores

$$A = P(A/P, i, n)$$

1.5.3.2 Gradiente geométrico.

Un gradiente geométrico se forma de flujos de efectivo en los cuales se experimenta incrementos o disminuciones de acuerdo a un porcentaje fijo (j), para cada período siguiente.

Donde j = tasa de cambio constante en tanto por uno.

Fórmulas.

$$P = A \left[\frac{1 - \frac{(1+j)^n}{(1+i)^n}}{i-j} \right], \text{ si } i \neq j$$

Fórmula (26)

y

$$P = A \left[\frac{n}{(1+j)} \right], \text{ si } i = j$$

Fórmula (27)

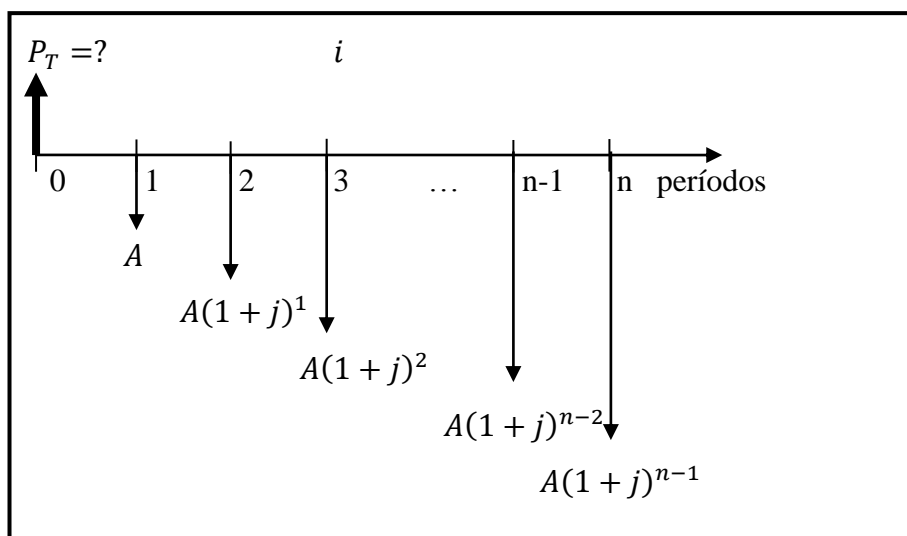


Figura 12. Flujo de caja para el valor presente de un gradiente geométrico creciente.

A partir del resultado del valor presente se puede obtener el valor futuro y el valor anual, según se expresa a continuación.

Para valor futuro:

Fórmulas.

$$F = P(1 + i)^n$$

En factores

$$F = (F/P, i, n)$$

Para valor anual:

Fórmulas.

$$A = P \left[\frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \right]$$

En factores

$$A = P(A/P, i, n)$$

La tabla 3 presenta un resumen de fórmulas y símbolos a utilizar en el cálculo de factores constantes a interés compuesto, como P , F y A .

Tabla 3.
Equivalencias de factores de interés compuesto.

PAGOS	DENOMINACIÓN	FÓRMULAS	FACTORES
PAGO ÚNICO	Cantidad compuesta de pago único	$F = P(1 + i)^n$	$F = (F/P, i, n)$
	Valor presente de pago único	$P = \frac{F}{(1 + i)^n}, 0$ $P = F(1 + i)^{-n}$	$P = (P/F, i, n)$
SERIE UNIFORME	Cantidad compuesta de una serie	$F = A \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right]$	$F = A(F/A, i, n)$
	Depósito de fondo de amortización	$A = F \left[\frac{i}{(1 + i)^n - 1} \right]$	$A = F(A/F, i, n)$
	Valor presente de una serie	$P = A \left[\frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} \right]$	$P = A(P/A, i, n)$
	Recuperación de capital	$A = P \left[\frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \right]$	$A = P(A/P, i, n)$
GRADIENTE	Gradiente aritmético	$P_T = P_A + P_G$ $P_A = A_1 \left[\frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i} \right]$ $P_G = \frac{G}{i} \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{(1 + i)^n} - \frac{n}{(1 + i)^n} \right]$	$P_T = P_A + P_G$ $P_A = A_1(P/A, i, n)$ $P_G = G(P/G, i, n)$ gradiente creciente: $P_T = A_1(P/A, i, n) + G(P/G, i, n)$ Gradiente decreciente: $P_T = A_1(P/A, i, n) - G(P/G, i, n)$
	Gradiente geométrico	$P = A \left[\frac{1 - \frac{(1 + j)^n}{(1 + i)^n}}{i - j} \right], \text{ si } i \neq j$ y $P = A \left[\frac{n}{(1 + j)} \right], \text{ si } i = j$	

Fuente: (Alvarado, 2011)

1.6 Bases para la comparación de alternativas.

Según Riggs et al., 2002, los ingredientes de comparación de alternativas mediante valor presente VP , valor futuro VF , anualidad A , tasa interna de rendimiento TIR y período de recuperación de la inversión N ; de dos o más proyectos, se basan en los supuestos siguientes:

- a. ***Se conocen los flujos de efectivo.*** La exactitud solo es posible para aquellas estimaciones del presente, aquellas estimaciones realizadas para el futuro deberán tenerse en cuenta el riesgo existente de no ser exactas o muy cercanas.
- b. ***Los flujos de efectivo son en dólares a valor constante.*** El poder adquisitivo de dinero será el mismo para todo el período de evaluación económica.
- c. ***Se conocen las tasas de interés.*** La tasa de retorno i requerida por una organización o inversionistas es una función de su costo de capital, actitud o premio al riesgo, y política de inversión.
- d. ***Se comparan los flujos de efectivo antes de impuestos.*** Aunque resulta sencilla y cercana a la realidad, la comparación de alternativas sin impuestos, estas pueden tener variaciones sustantivas el momento que dicha comparación se realiza entre activos nuevos y usados.
- e. ***Las comparaciones no incluyen consideraciones de intangibles.*** Son factores difíciles de cuantificar debido a que la estimación económica puede ser lejanamente razonable.
- f. ***Las comparaciones no incluyen consideración para la disponibilidad de fondos al definir alternativas.*** Se considera de manera explícita que los fondos se encontrarán para financiar cada una de las alternativas si los beneficios son lo suficientemente grandes.

1.6.1 Proyecto de inversión.

Un proyecto de inversión “es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas a una necesidad humana” (Baca, 2001). Las soluciones surgen de una necesidad que los distintos individuos o sus posesiones lo requieren y, las organizaciones o empresas tratarán de cubrir la necesidad sean estas de orden educativo, salud, vivienda, alimentación, vestido, etc.

Para cubrir la demanda insatisfecha o sustitución de importaciones de un bien o proveer un servicio, crear polos de desarrollo, aprovechar los recursos naturales, sustituir la producción artesanal, será necesario que las organizaciones o empresas

provean a la sociedad de estos requerimientos mediante la creación de nuevos proyectos, la ampliación de uno existente o reemplazando la tecnología existente por una de mayor rendimiento (Sapag & Sapag, 2003).

1.6.2 Evaluación de proyectos.

La evaluación de proyectos para Alvarado V, 2011, señala como “el conjunto de actividades, interrelacionadas, de carácter interdisciplinario cuyo propósito es generar información cuantitativa sobre los aspectos técnicos y financieros de una alternativa de proyecto para sustentar el proceso de toma de decisiones referente a su aceptación, rechazo o replanteamiento”. Las alternativas son opciones de proyectos a llevar a cabo para que cumplan con satisfacer las necesidades humanas o de sus posesiones en cuanto a bienes y servicios similares, pero con características en el orden técnico y financiero diferentes.

La evaluación de proyectos tiene como finalidad medir la bondad económica en razón de su rentabilidad, para lo cual será necesario tener en consideración el flujo de caja (ingresos y egresos), el tiempo en períodos sujetos a evaluación, la tasa de interés que proponga el valor del dinero en el tiempo, la cual corresponde al costo del capital (TMAR¹) (Alvarado, 2011).

A más de lo anterior, los proyectos de inversión nacen con la visión de permanecer en el tiempo; sin embargo, para realizar la evaluación económica de alternativas de inversión, se considera necesario evaluarla para determinados períodos de tiempo, y al término de éste, considerar un valor de salvamento. Tanto los flujos de caja de cada proyecto, como el período de duración y el valor de salvamento pueden diferir en la evaluación de cada alternativa.

1.6.3 Valor de salvamento (VS).

Según Sapag & Sapag, (2003), el valor de salvamento o rescate es la estimación que podría tener un proyecto después de varios años de operación. Para la

¹ TMAR significa Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento.

determinación del valor de salvamento de la inversión según el horizonte de evaluación puede usarse alguno de los métodos siguientes:

Método contable: corresponde el valor que a la fecha no se ha depreciado el activo. En aquellos activos que no se deprecian, se asignará, al término del período de evaluación un valor igual al de su adquisición.

Método comercial: plantea que el valor de desecho del proyecto corresponderá a la suma de los valores comerciales que serían posibles de esperar, corrigiéndolos por su efecto tributario. Este método puede presentar algunas dificultades al estimar proyectos nuevos por la gran variedad de activos a considerar y por los cambios tecnológicos por el transcurso del tiempo; sin embargo, puede ser conveniente en una empresa en funcionamiento, por cuanto los activos a reemplazar o ampliar pueden ser unos pocos a los ya existentes.

Método económico: supone que el proyecto valdrá lo que es capaz de generar desde el momento que se estima hacia adelante. Dicho de otra forma, puede estimarse el valor que un comprador cualquiera estaría dispuesto a pagar por el negocio en un momento de su negociación.

Si bien con la aplicación de cualquiera de los tres métodos se logra mostrar, en forma matemática, un mayor beneficio en el resultado del proyecto, esto no constituye una distorsión para el trabajo del evaluador, ya que por el contrario, al ser correctamente utilizado, permitirá mejorar sustancialmente la cuantificación del valor remanente de la inversión.

Si bien es cierto que el capital de trabajo constituye para la empresa un activo que debe agregarse al remanente de la inversión al término del período de evaluación, y por ello debe sumarse al flujo de caja si el valor de desecho se calcula por los métodos contable o comercial; cuando se calcula por el método económico no se incluye, por cuanto este método valora la capacidad de generación de los flujos futuros, con la configuración de los activos existentes en el momento de su cálculo.

Para efectos del presente trabajo se tendrá en cuenta el método contable, sin que ello impida a criterio del evaluador el uso de los restantes métodos.

1.6.4 Valor Presente Neto (VPN).

El valor presente neto de una inversión es la cantidad monetaria resultante de la diferencia entre los flujos de caja descontados de los ingresos y los flujos de caja descontados de los egresos. Por consiguiente:

$$VPN = -\sum FCDE + \sum FCDI \quad \textbf{Fórmula (28)}$$

Donde:

$$\sum FCDE = \textit{sumatoria de flujos de caja descontados de egresos}$$

$$\sum FCDI = \textit{sumatoria de flujos de caja descontados de ingresos}$$

Los flujos de caja descontados son aquellos valores futuros traídos a valor presente.

Blank & Tarquín, (2006) señalan que el valor presente neto debe analizarse como alternativa única y dos o más alternativas.

ALTERNATIVA ÚNICA: Calcule el VP a partir de la TMAR. Si el VP > 0, se alcanza o se excede la tasa mínima atractiva de rendimiento, la alternativa es financieramente viable.

DOS O MÁS ALTERNATIVAS: determine el VP de cada alternativa usando la TMAR. Seleccione aquella con el valor VP que sea mayor en términos numéricos, es decir, menos negativo o más positivo, indicando un VP menor en costos de flujos de efectivo² o un VP mayor de flujos de efectivo netos de entradas menos desembolsos

El criterio para seleccionar alternativas mutuamente excluyentes³ es la que maximice el valor presente neto, o la que tenga mayor valor positivo.

² Cada alternativa tiene solamente costos estimados en el flujo de efectivo. Puede darse en aquellas iniciativas del sector público, que se administran por mandato legal o mejoras a la seguridad.

³ Sólo uno de los proyectos viables puede seleccionarse mediante un análisis económico. Cada proyecto viable es una alternativa.

Si los proyectos son independientes⁴, Blank & Tarquin plantean que la directriz de selección es para uno o más proyectos independientes, elija todos los proyectos con $VP \geq 0$ calculado con la $TMAR$.

Vale aclarar que para la evaluación de alternativas en el presente trabajo, se tendrá en cuenta el valor presente neto VPN y no simplemente valor presente VP porque a la suma de los flujos netos de efectivo descontados se le resta la inversión inicial, todos estos valores en un mismo momento; es decir, que los valores monetarios invertidos en el momento cero y comparados con los valores monetarios del futuro traídos a valor presente, razón con la que, se realiza una relación justa.

Un inversionista siempre aspirará que los dólares que recibirá producto de su inversión supere o al menos iguale el valor invertido; sin embargo, el Valor Presente Neto podrá tener los siguientes resultados y análisis:

Si el $VPN > 0$, esto es positivo, significa que existe una ganancia superior a la esperada por la $TMAR$; por consiguiente se debe aceptar la alternativa.

Si el $VPN < 0$ o negativo, significa que las ganancias no son suficientes para recuperar la inversión realizada, no necesariamente es una pérdida, sino la cantidad que hace falta para alcanzar la $TMAR$. Si este es el resultado de la evaluación económica de una alternativa, debe rechazarse la inversión.

Si el $VPN = 0$, significa que se ha alcanzado la $TMAR$ y el inversionista tendrá exactamente la rentabilidad esperada, por lo tanto, deberá aceptarse la inversión.

Para el cálculo del valor presente neto VPN , se tendrá en cuenta las siguientes variables:

⁴ Más de un proyecto viable puede seleccionarse a través de un análisis económico

1.6.4.1 Inversión inicial previa.

Corresponde al valor que la empresa desembolsa en el momento de realizar la inversión. Este valor pueden contener: El valor de los activos fijos, la inversión diferida y el capital de trabajo.

- Los activos fijos. Son aquellos bienes tangibles necesarios para el proceso de transformación de materia prima (edificios, terrenos, maquinaria, equipos, etc.) o que pueden servir de apoyo al proceso.
- La inversión diferida. Es aquella necesaria para poner a punto el proyecto: construcción, instalación y montaje de una planta, la papelería que se requiere en la elaboración del proyecto como tal, los gastos de organización, patentes y documentos legales necesarios para iniciar actividades, son ejemplos de la inversión diferida.
- El capital de trabajo. Es el valor de activos corrientes que se requiere para la operación del proyecto: el efectivo, las cuentas por cobrar, los inventarios se encuentran en este tipo de activos.

A más de lo anterior, se deberá tener en cuenta para efectos de flujo de efectivo, lo siguiente:

- La depreciación de los activos depreciables juega un papel importante, pues afecta positivamente a los flujos netos de efectivo por ser ésta deducible de impuestos, lo que origina un ahorro fiscal.
- Los activos diferidos por su parte, también afectan al flujo neto de efectivo pues son inversiones susceptibles de amortizar, tarea que se ejecutará con base a las políticas internas de la compañía. Estas amortizaciones producirán un ahorro fiscal muy positivo para determinar el flujo neto de efectivo.
- Los terrenos no son activos depreciables.

1.6.4.2 Las inversiones durante la operación.

Son las inversiones en reemplazo de activos, las nuevas inversiones por ampliación e incrementos en capital de trabajo.

1.6.4.3 Los Flujos Netos de Efectivo (FNE).

Es la sumatoria entre las utilidades contables con la depreciación y la amortización de activos nominales, las dos últimas no generan movimiento alguno de efectivo y, que por lo tanto, significa un ahorro por la vía fiscal debido a que son deducibles para propósitos tributarios.

Los flujos netos de efectivo son aquellos flujos de efectivo que el proyecto debe generar después de poner en marcha el proyecto, de ahí la importancia en realizar un pronóstico acertado con el fin de evitar errores en la toma de decisiones.

1.6.4.4 La Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR).

Es la tasa de retorno requerida sobre una inversión. La TMAR refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente por lo que también se le conoce como costo o tasa de oportunidad.

Autores como Taylor G., Blank L. & Tarquin A., Riggs y otros, opinan que una de las mejores alternativas es aplicar la tasa promedio ponderada de capital, pues ella reúne todos los componentes de financiamiento del proyecto. Pero también el inversionista puede aplicar su costo de oportunidad, es decir aquella tasa que podría ganar en caso de elegir otra alternativa de inversión con igual riesgo.

Para Alvarado V., (2011) al referirse si $VPN > 0$, sin importar cuánto supere a cero ese valor; implica una ganancia extra después de ganar la TMAR aplicada a lo largo del período considerado. Esto revela la gran importancia que tiene seleccionar una TMAR adecuada.

1.6.4.5 Cálculo del VPN.

La ecuación para calcular el VPN para n períodos está dada por:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n + VS}{(1+i)^n} \quad \text{Fórmula (29)}$$

Donde

$P =$ inversión inicial

$FNE_i =$ flujos netos de efectivo del período

$i =$ tasa mínima atractiva de rendimiento

$n =$ número de periodos

Esta fórmula será de mucha utilidad cuando los FNE_i del proyecto a evaluar sea diferente en cada período.

EJEMPLO 3

De una máquina digital de estampados en tela se estima en un costo de \$ 10,000 con la cual se prevé flujos netos de efectivo para cinco años de acuerdo al detalle de la tabla 4.

Tabla 4.
Flujos de efectivo netos por año.

AÑO (n)	FNE (\$)
1	3,000
2	4,000
3	5,000
4	4,000
5	3,000

Calcular el VPN considerando una TMAR de 20% y valor de desecho de cero.

Solución.

El problema representado de manera gráfica quedaría de acuerdo a la figura 13.

Aplicando en la fórmula 29 se tiene:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n + VS}{(1+i)^n}$$

$$VPN = -10,000 + \frac{3,000}{(1 + 0.20)^1} + \frac{4,000}{(1 + 0.20)^2} + \frac{5,000}{(1 + 0.20)^3} + \frac{4,000}{(1 + 0.20)^4} + \frac{3,000 + 0}{(1 + 0.20)^5}$$

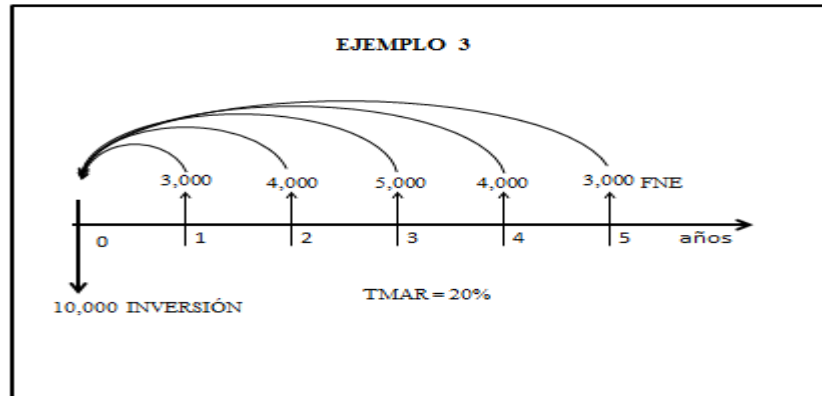


Figura 13. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de una inversión sin valor de salvamento.

$$VPN = -10,000 + 2,500.00 + 2,777.78 + 2,893.52 + 1,929.01 + 1,205.63$$

$$VPN = -10,000 + 11,305.94$$

$$VPN = 1,305.94 \text{ dólares}$$

Análisis.

Como $VPN > 0$ el proyecto cumple con la $TMAR$, por consiguiente se acepta la inversión.

EJEMPLO 4

De una máquina digital de estampados en tela se estima en un costo de \$10,000 con la cual se prevé flujos netos de efectivo para cinco años. De acuerdo al detalle que se presenta a continuación, ¿calcular el VPN considerando una $TMAR$ de 20% y un valor de desecho de \$2,000?

Tabla 5.
Flujos de efectivo netos por año.

AÑO (n)	FNE (\$)
1	3,000
2	4,000
3	5,000
4	4,000
5	3,000

Solución.

El problema representado de manera gráfica quedaría en la forma de la figura 14.

Aplicando en la fórmula 29 se tiene:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n + VS}{(1+i)^n}$$

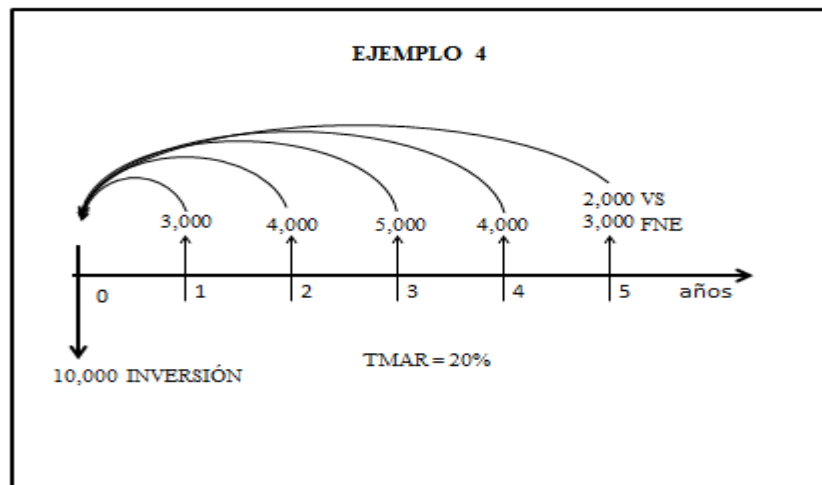


Figura 14. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de una inversión con valor de salvamento.

$$VPN = -10,000 + \frac{3,000}{(1+0.20)^1} + \frac{4,000}{(1+0.20)^2} + \frac{5,000}{(1+0.20)^3} + \frac{4,000}{(1+0.20)^4} + \frac{3,000 + 2,000}{(1+0.20)^5}$$

$$VPN = -10,000 + 2,500.00 + 2,777.78 + 2,893.52 + 1,929.01 + 2,009.39$$

$$VPN = -10,000 + 12,109.70$$

$$VPN = 2,109.70 \text{ dólares}$$

Análisis.

Como $VPN > 0$ el proyecto cumple con la $TMAR$, por consiguiente se acepta la inversión; a pesar de ello se puede observar que el VPN se incrementó por efecto del valor de salvamento asignado.

EJEMPLO 5

De una máquina digital de estampados en tela se estima en un costo de \$ 10,000 con la cual se prevé una producción de 40,000 estampados al año a un precio de \$ 1.00 y costos de operación y mantenimiento de \$ 0.80. Calcular el VPN considerando una TMAR de 20% y un valor de desecho de \$2,000.

Solución.

Tabla 6
Determinación del flujo neto de efectivo *FNE*.

AÑO (n)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	INGRESOS (\$)	COSTOS POR UNIDAD (\$)	EGRESOS (\$)	FLUJO NETO DE EFECTIVO (\$)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0						10,000.00
1	40,000.00	1.00	40,000.00	0.80	32,000.00	8,000.00
2	40,000.00	1.00	40,000.00	0.80	32,000.00	8,000.00
3	40,000.00	1.00	40,000.00	0.80	32,000.00	8,000.00
4	40,000.00	1.00	40,000.00	0.80	32,000.00	8,000.00
5	40,000.00	1.00	40,000.00	0.80	32,000.00	8,000.00
5	Valor de salvamento <i>VS</i>					2,000.00
					TMAR	20%
					ΣFNE	23,924.90
					VSD	803.76

El problema representado de manera gráfica en la figura 15, muestra los flujos de caja para el cálculo del valor presente.

Aplicando en la fórmula 29 se tiene:

$$\begin{aligned}
 VPN &= -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n + VS}{(1+i)^n} \\
 VPN &= -10,000 + \frac{8,000}{(1+0.20)^1} + \frac{8,000}{(1+0.20)^2} + \frac{8,000}{(1+0.20)^3} + \frac{8,000}{(1+0.20)^4} \\
 &\quad + \frac{8,000 + 2,000}{(1+0.20)^5} \\
 VPN &= -10,000 + 24,728.66
 \end{aligned}$$

$$VPN = 14,728.66 \text{ dólares}$$

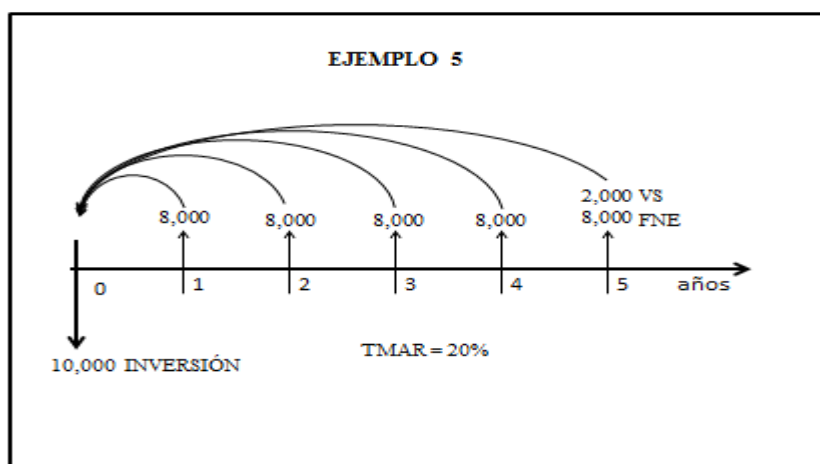


Figura 15. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de una inversión en la que se calcula el *FNE*.

El cálculo anterior puede reemplazarse calculando el valor presente de una serie constante dada por $P = A \left[\frac{1-(1+i)^{-n}}{i} \right]$, para los *FNE* y la fórmula de valor presente de un pago único $P = \frac{F}{(1+i)^n}$, para el *VS*; por consiguiente el

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n + VS}{(1+i)^n}$$

quedaría de la siguiente forma:

$$VPN = -P + A \left[\frac{1-(1+i)^{-n}}{i} \right] + \frac{F}{(1+i)^n} \quad \textbf{Fórmula (30)}$$

Reemplazando valores se tiene que:

$$VPN = -10,000 + 8,000 \left[\frac{1 - (1 + 0.20)^{-5}}{0.20} \right] + \frac{2,000}{(1 + 0.20)^5}$$

$$VPN = -10,000 + 23,924.90 + 803.76$$

$$VPN = 14,728.66 \text{ dólares}$$

Teniendo en cuenta la *fórmula (30)* $VPN = -P + A \left[\frac{1-(1+i)^{-n}}{i} \right] + \frac{F}{(1+i)^n}$; y transformando con su equivalente en factores para interés compuesto se tendría que:

$$VPN = -P + A(P/A, i, n) + F(P/F, i, n) \quad \textbf{Fórmula (31)}$$

$$VPN = -10,000 + 8,000(2.99061) + 2,000(0.40188)$$

$$VPN = -10,000 + 23,924.90 + 803.76$$

$$VPN = 14,728.66 \text{ dólares}$$

Análisis.

Como $VPN > 0$ el proyecto cumple con la $TMAR$, por consiguiente se acepta la inversión.

Vista las bondades que se presenta en el cálculo del VPN mediante la utilización de la tabla de factores de interés compuesto (Tabla 7), en adelante, para los problemas que se planteen, se hará uso de este procedimiento. En el anexo 1 se podrá encontrar las diferentes tablas de factores de interés compuesto correspondiente a tasas de interés del 1% al 20%.

1.6.4.6 Metodología de cálculo del VPN.

En esta parte, puede observarse que la metodología de cálculo del VPN , dado el problema, se realiza mediante los siguientes pasos.

1. Leer de manera detenida, comprendiendo cada instrucción dada por el problema y asumir una estrategia de solución.
2. Obtener los datos mediante la elaboración de una tabla u otra herramienta, que permita sistematizar y resumir, cuando la información proporcionada así lo amerite, considerando la inversión inicial P , los flujos netos de efectivo FNE y el valor de salvamento VS .
3. Realizar una gráfica en la que constará: la línea de tiempo, los datos proporcionados por el problema u obtenidos en el numeral anterior y la (s) variable (s) a consultar o resolver.
4. Diseñar el modelo matemático, teniendo en cuenta los numerales anteriores, este modelo debe representar lo que le indica el problema.
5. Realizar las operaciones aritméticas y algebraicas necesarias para resolver el modelo matemático.

Tabla 7
Factores de interés compuesto.

TABLA DE FACTORES DE INTERÉS COMPUESTO									
			0,2						
TASA DE INTERÉS DE:			20%						
n	PAGOS ÚNICOS		PAGOS DE SERIE UNIFORME				GRADIENTES ARITMÉTICOS		n
	Cantidad compuesta	Valor presente	Factor de amortización	cantidad compuesta	Recuperación de capital	Valor presente	Gradiente de valor presente	Gradiente de serie anual	
n	F/P	P/F	A/F	F/A	A/P	P/A	P/G	A/G	n
1	1,20000	0,83333	1,00000	1,00000	1,20000	0,83333	(0,00000)	-	1
2	1,44000	0,69444	0,45455	2,20000	0,65455	1,52778	0,69444	0,45455	2
3	1,72800	0,57870	0,27473	3,64000	0,47473	2,10648	1,85185	0,87912	3
4	2,07360	0,48225	0,18629	5,36800	0,38629	2,58873	3,29861	1,27422	4
5	2,48832	0,40188	0,13438	7,44160	0,33438	2,99061	4,90612	1,64051	5
6	2,98598	0,33490	0,10071	9,92992	0,30071	3,32551	6,58061	1,97883	6
7	3,58318	0,27908	0,07742	12,91590	0,27742	3,60459	8,25510	2,29016	7
8	4,29982	0,23257	0,06061	16,49908	0,26061	3,83716	9,88308	2,57562	8
9	5,15978	0,19381	0,04808	20,79890	0,24808	4,03097	11,43353	2,83642	9
10	6,19174	0,16151	0,03852	25,95868	0,23852	4,19247	12,88708	3,07386	10
11	7,43008	0,13459	0,03110	32,15042	0,23110	4,32706	14,23296	3,28929	11
12	8,91610	0,11216	0,02526	39,58050	0,22526	4,43922	15,46668	3,48410	12
13	10,69932	0,09346	0,02062	48,49660	0,22062	4,53268	16,58825	3,65970	13
14	12,83918	0,07789	0,01689	59,19592	0,21689	4,61057	17,60078	3,81749	14
15	15,40702	0,06491	0,01388	72,03511	0,21388	4,67547	18,50945	3,95884	15
16	18,48843	0,05409	0,01144	87,44213	0,21144	4,72956	19,32077	4,08511	16
17	22,18611	0,04507	0,00944	105,93056	0,20944	4,77463	20,04194	4,19759	17
18	26,62333	0,03756	0,00781	128,11667	0,20781	4,81219	20,68048	4,29752	18
19	31,94800	0,03130	0,00646	154,74000	0,20646	4,84350	21,24390	4,38607	19
20	38,33760	0,02608	0,00536	186,68800	0,20536	4,86958	21,73949	4,46435	20
21	46,00512	0,02174	0,00444	225,02560	0,20444	4,89132	22,17423	4,53339	21
22	55,20614	0,01811	0,00369	271,03072	0,20369	4,90943	22,55462	4,59414	22
23	66,24737	0,01509	0,00307	326,23686	0,20307	4,92453	22,88671	4,64750	23
24	79,49685	0,01258	0,00255	392,48424	0,20255	4,93710	23,17603	4,69426	24
25	95,39622	0,01048	0,00212	471,98108	0,20212	4,94759	23,42761	4,73516	25
26	114,47546	0,00874	0,00176	567,37730	0,20176	4,95632	23,64600	4,77088	26
27	137,37055	0,00728	0,00147	681,85276	0,20147	4,96360	23,83527	4,80201	27
28	164,84466	0,00607	0,00122	819,22331	0,20122	4,96967	23,99906	4,82911	28
29	197,81359	0,00506	0,00102	984,06797	0,20102	4,97472	24,14061	4,85265	29
30	237,37631	0,00421	0,00085	1.181,88157	0,20085	4,97894	24,26277	4,87308	30
31	284,85158	0,00351	0,00070	1.419,25788	0,20070	4,98245	24,36809	4,89079	31
32	341,82189	0,00293	0,00059	1.704,10946	0,20059	4,98537	24,45878	4,90611	32
33	410,18627	0,00244	0,00049	2.045,93135	0,20049	4,98781	24,53680	4,91935	33
34	492,22352	0,00203	0,00041	2.456,11762	0,20041	4,98984	24,60384	4,93079	34
35	590,66823	0,00169	0,00034	2.948,34115	0,20034	4,99154	24,66140	4,94064	35
36	708,80187	0,00141	0,00028	3.539,00937	0,20028	4,99295	24,71078	4,94914	36
37	850,56225	0,00118	0,00024	4.247,81125	0,20024	4,99412	24,75310	4,95645	37
38	1.020,67470	0,00098	0,00020	5.098,37350	0,20020	4,99510	24,78936	4,96273	38
39	1.224,80964	0,00082	0,00016	6.119,04820	0,20016	4,99592	24,82038	4,96813	39
40	1.469,77157	0,00068	0,00014	7.343,85784	0,20014	4,99660	24,84691	4,97277	40
41	1.763,72588	0,00057	0,00011	8.813,62941	0,20011	4,99717	24,86959	4,97674	41
42	2.116,47106	0,00047	0,00009	10.577,35529	0,20009	4,99764	24,88897	4,98015	42
43	2.539,76527	0,00039	0,00008	12.693,82635	0,20008	4,99803	24,90550	4,98306	43
44	3.047,71832	0,00033	0,00007	15.233,59162	0,20007	4,99836	24,91961	4,98556	44
45	3.657,26199	0,00027	0,00005	18.281,30994	0,20005	4,99863	24,93164	4,98769	45
46	4.388,71439	0,00023	0,00005	21.938,57193	0,20005	4,99886	24,94190	4,98952	46
47	5.266,45726	0,00019	0,00004	26.327,28631	0,20004	4,99905	24,95063	4,99107	47
48	6.319,74872	0,00016	0,00003	31.593,74358	0,20003	4,99921	24,95807	4,99240	48
49	7.583,69846	0,00013	0,00003	37.913,49229	0,20003	4,99934	24,96440	4,99354	49
50	9.100,43815	0,00011	0,00002	45.497,19075	0,20002	4,99945	24,96978	4,99451	50

Fuente: (Blank & Tarquin, 2006)

6. El o los resultados obtenidos deben tener sentido lógico; caso contrario, será necesario regresar al paso 1.

a. Valor presente neto de alternativas iguales

Uno de los casos de análisis del VPN es aquel en el cual las alternativas propuestas tienen capacidades idénticas para igual período de tiempo, denominadas también servicio igual (Blank & Tarquin, 2006). El siguiente ejemplo ilustra el caso de alternativas de vidas iguales.

EJEMPLO 6

Se debe decidir por una, entre dos máquinas digitales para estampados en tela. Se ha cotizado y el costo de la máquina A es \$ 10,000 y la máquina B es \$ 14,000. Se estima que los flujos netos de efectivo de las máquinas para cinco años tendrán valores que se presentan a continuación.

Tabla 8.
Flujos de efectivo netos por año para las máquinas A y B.

AÑO (n)	MÁQUINA A FNE (\$)	MÁQUINA B FNE (\$)
1	3,000	5,000
2	4,000	5,000
3	5,000	5,000
4	4,000	5,000
5	3,000	5,000

Mediante el cálculo del VPN decidir:

❖ *¿Cuál es la mejor alternativa considerando una TMAR de 20% y valor de desecho de cero?*

Solución.

VPN de la máquina “A”.

La figura 16 presenta los flujos de caja para el cálculo del valor presente de las inversiones para las máquinas “A” y “B” a una **TMAR** de 20%.

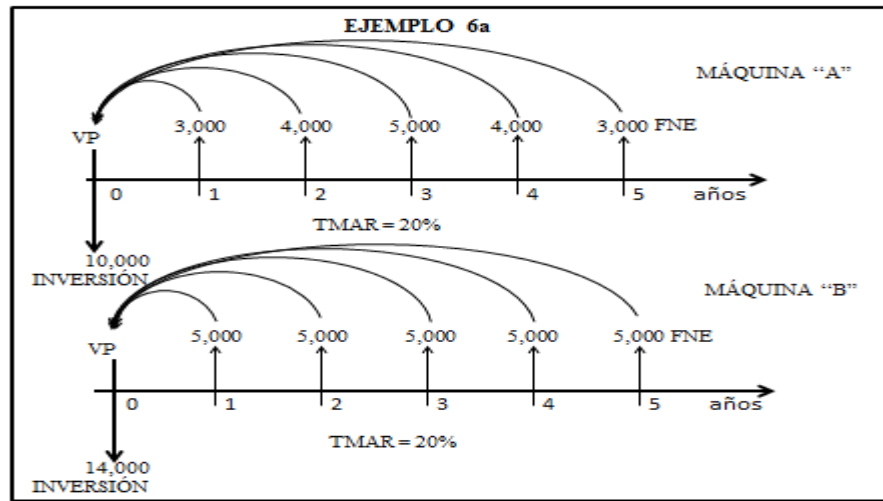


Figura 16. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de dos inversiones a una **TMAR** de 20%.

Considerando los flujos netos de efectivo, el modelo matemático se presenta de la siguiente forma:

$$VPN_A = -P + FNE_1(P/F, i, n) + FNE_2(P/F, i, n) + FNE_3(P/F, i, n) + FNE_4(P/F, i, n) + FNE_5(P/F, i, n)$$

Reemplazando los valores *FNE* del período, la *TMAR* ($i = 0,20$) y el número del período correspondiente, se obtiene:

$$\begin{aligned} VPN_A &= -10,000 + 3,000(0.8333) + 4,000(0.6944) + 5,000(0.5787) \\ &\quad + 4,000(0.4823) + 3,000(0.4019) \\ VPN_A &= -10,000 + 2,500 + 2,777.78 + 2,893.52 + 1,929.01 + 1,205.63 \\ VPN_A &= -10,000 + 11,305.94 \\ VPN_A &= 1,305.94 \end{aligned}$$

VPN de la máquina “B”.

Considerando que los flujos netos de efectivo son constantes, el modelo matemático se presenta de la siguiente forma:

$$VPN_B = -P + A(P/A, i, n)$$

Reemplazando el valor de la serie constante, la $TMAR$ ($i = 0.20$) y el número de períodos, se obtiene:

$$VPN_B = -14,000 + 5,000(2.99061)$$

$$VPN_B = -14,000 + 14,953.05$$

$$VPN_B = 953.05$$

Análisis.

Los $VPN > 0$, en las maquinarias “A” y “B” cumplen con la $TMAR$. Sin embargo, $VPN_A > VPN_B$, por consiguiente la inversión la máquina “A” proporciona una mayor rentabilidad, por lo que se acepta esta alternativa, ya que son mutuamente excluyentes.

❖ ¿Qué le sucede al VPN de cada máquina si la $TMAR$ del 20% disminuye al 15%?

Solución.

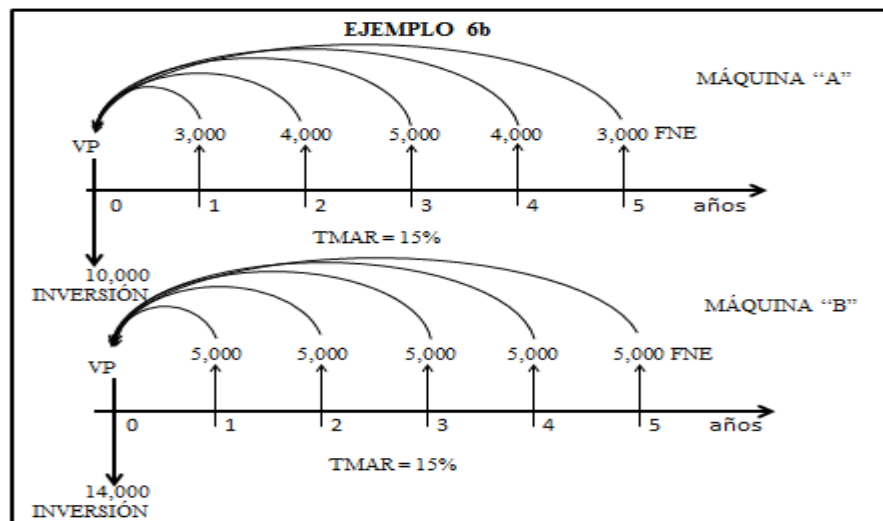


Figura 17. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de dos inversiones a una $TMAR$ de 15%.

VPN de la máquina “A”.

Considerando los flujos netos de efectivo, el modelo matemático se presenta de la siguiente forma:

$$VPN_A = -P + FNE_1(P/F, i, n) + FNE_2(P/F, i, n) + FNE_3(P/F, i, n) \\ + FNE_4(P/F, i, n) + FNE_5(P/F, i, n)$$

Reemplazando los valores FNE del período, la $TMAR$ ($i = 0,15$) y el número del período correspondiente, se obtiene:

$$VPN_A = -10,000 + 3,000(0.86957) + 4,000(0.75614) + 5,000(0.65752) \\ + 4,000(0.57175) + 3,000(0.49718)$$

$$VPN_A = -10,000 + 2,608.71 + 3,024.56 + 3,287.60 + 2,287.00 + 1,491.54$$

$$VPN_A = -10,000 + 12,699.41$$

$$VPN_A = 2,699.41$$

VPN de la máquina “B”.

Considerando que los flujos netos de efectivo son constantes, el modelo matemático se presenta de la siguiente forma.

$$VPN_B = -P + A(P/A, i, n)$$

Reemplazando el valor de la serie constante, la $TMAR$ ($i = 0.15$) y el número de períodos, se obtiene:

$$VPN_B = -14,000 + 5,000(3.35216)$$

$$VPN_B = -14,000 + 16,760.80$$

$$VPN_B = 2,760.80$$

Análisis.

Los $VPN > 0$, en las maquinarias “A” y “B” cumplen con la $TMAR$; sin embargo, $VPN_A < VPN_B$, por consiguiente la inversión la máquina “B” proporciona una mayor rentabilidad, por lo que se acepta esta alternativa, ya que son mutuamente excluyentes.

1.6.4.7 Valor presente neto de alternativas con vida diferente.

Otro caso de análisis del VPN planteado por Blank & Tarquin, (2006), es aquel en el cual las alternativas propuestas tienen igual servicio y diferentes períodos de vida útil. El VPN de las alternativas deberá compararse sobre el mismo número de años. Si el requerimiento es de igual servicio puede realizarse por uno de dos enfoque siguientes:

1. Comparar las alternativas usando el mínimo común múltiplo (MCM) de las vidas.
2. Comparar las alternativas usando un período de estudio de n cantidad de años, que concuerde con el horizonte de planeación y no necesariamente con las vidas útiles de las alternativas.

Blank & Tarquin, (2006) señalan además, que para la aplicación del enfoque del mínimo común múltiplo se requiere que cumpla las suposiciones siguientes:

1. El servicio ofrecido por las alternativas sea necesario para un período que cubra el mínimo común múltiplo o más.
2. La alternativa seleccionada se repita durante cada ciclo de vida del mínimo común múltiplo exactamente de la misma forma.
3. Los estimados del flujo neto de efectivo sean iguales en cada ciclo de vida

El siguiente ejemplo ilustra el caso de alternativas de vidas iguales.

EJEMPLO 7

En la producción de un polímero que reduce las pérdidas por la fricción en las máquinas pueden usarse dos procesos: el proceso K tendría un costo inicial de \$160,000 y su operación costaría \$7,000 por trimestre, mientras su valor de rescate sería de \$40,000 después de dos años de vida. El proceso L tendría un costo inicial de \$210,000, otro de operación de \$5,000 por trimestre y un valor de rescate de \$26,000 al terminar su vida de 4 años. ¿Cuál proceso debe elegirse con el criterio del VPN, con una tasa de interés del 5% trimestral?

Solución.

Los flujos netos de efectivo son negativos en razón que es un proyecto de servicio, esto es, que no genera ingresos, sino sólo egresos durante su vida útil. La figura 18 muestra los correspondientes flujos.

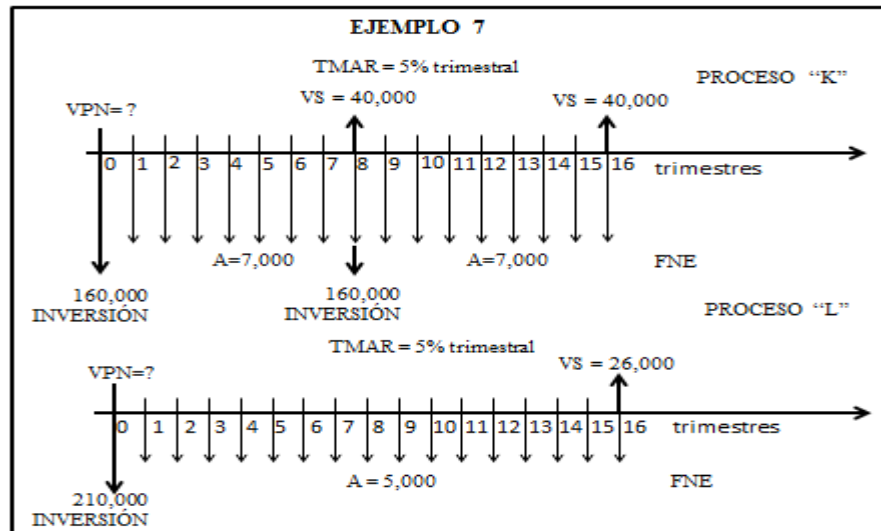


Figura 18. Flujo de caja para el cálculo del valor presente de dos inversiones con periodos de vida diferentes.

El modelo matemático del proceso "K" de acuerdo al problema y a los flujos de efectivo, se tiene:

$$\begin{aligned}
 VPN_K &= -160,000 - 160,000(P/F, 5\%, 8) - 7,000(P/A, 5\%, 16) \\
 &\quad + 40,000(P/F, 5\%, 8) + 40,000(P/F, 5\%, 16) \\
 VPN_K &= -160,000 - 160,000(0.6768) - 7,000(10.8378) + 40,000(0.6768) \\
 &\quad + 40,000(0.4581) \\
 VPN_K &= -160,000 - 108,288 - 75,864.60 + 27,072 + 18,324 \\
 VPN_K &= -298,756.60
 \end{aligned}$$

El modelo matemático del proceso "L" de acuerdo al problema y a los flujos de efectivo, se tiene:

$$VPN_L = -210,000 - 5,000(P/A, 5\%, 16) + 26,000(P/F, 5\%, 16)$$

Los flujos netos de efectivo son negativos al igual que en el proceso “K” por la razones señaladas. Por consiguiente:

$$VPN_L = -210,000 - 5,000(10.8378) + 26,000(0.4581)$$

$$VPN_L = -210,000 - 54,189 + 11,910.60$$

$$VPN_L = -252,278.40$$

Análisis.

Comparando $VPN_K = -298,756.60$ y $VPN_L = -252,278.40$ se observa que VPN_L tiene menor cantidad en egresos monetario, por consiguiente, el proceso “L” es más barato y la decisión será por éste.

1.6.5 Valor Anual Equivalente (VAE).

Para Riggs et al, (2009) señalan que las evaluaciones de valor presente neto son las que más se prefieren por su relevancia en el tiempo presente para quien debe tomar la decisión; sin embargo, muchas decisiones económicas pueden tener mayor sentido cuando se las examina sobre una base al tiempo anual o periódico, como en el caso de un gerente de fabricación que debe justificar su operación de manera mensual o anual.

Para Blank & Tarquin (2006), el valor anual VA tiene el mismo significado que A (anualidad) utilizado hasta ahora, es el equivalente del valor presente VP y valor futuro VF , dada la $TMAR$ a n años. Por consiguiente, el VA , VP y VF pueden calcularse uno a partir del otro, lo cual significa que:

$$VA = VP(A/P, i, n) = VF(A/F, i, n)$$

Cuando todas las estimaciones del flujo de efectivo se convierten en un VA , este valor se aplica a cada año del ciclo de vida y para cada ciclo de vida adicional

Blank & Tarquin, (2006) señalan además, que cuando se comparan alternativas con vidas diferentes, se debe evaluar bajo las suposiciones siguientes:

1. El servicio ofrecido por las alternativas sea necesario para un período que cubra el mínimo común múltiplo o más.
2. La alternativa seleccionada se repita durante cada ciclo de vida del mínimo común múltiplo exactamente de la misma forma.
3. Los estimados del flujo neto de efectivo sean iguales en cada ciclo de vida.

Con las premisas anteriores se tiene que el valor anual equivalente de una alternativa estará dada por:

$$VAE = P(A/P, i, n)$$

Donde P es el valor presente neto VPN de la alternativa y reemplazando P por VPN de la fórmula 29 se tiene que:

$$VAE = \left[-P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n + VS}{(1+i)^n} \right] (A/P, i, n)$$

o su equivalente en factores

$$VAE = [-P + FNE_1(P/F, i, n) + FNE_2(P/F, i, n) + \dots + (FNE_n + VS)(P/F, i, n)](A/P, i, n)$$

Fórmula (32)

cuando se trata de alternativas o proyectos de ingresos; y,

$$VAE = [-P - FNE_1(P/F, i, n) - FNE_2(P/F, i, n) - \dots - (FNE_n + VS)(P/F, i, n)](A/P, i, n)$$

Fórmula (33)

si se trata de alternativas de costo.

Blank & Tarquin (2006), señalan que para alternativas mutuamente exclusivas, el cálculo del VAE usando la $TMAR$, se debe tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- Si en una alternativa, el $VAE \geq 0$, la $TMAR$ se alcanza o se rebasa.
- En dos o más alternativas, se elige el costo mínimo o el ingreso máximo reflejados en el VAE (numéricamente más grande).

El ejemplo siguiente muestran la aplicación del VAE y su decisión.

EJEMPLO 8

En la producción de un polímero que reduce las pérdidas por la fricción en las máquinas pueden usarse dos procesos: el proceso K tendría un costo inicial de \$160,000 y su operación costaría \$7,000 por trimestre, mientras su valor de rescate sería de \$40,000 después de dos años de vida. El proceso L tendría un costo inicial de \$210,000, otro de operación de \$5,000 por trimestre y un valor de rescate de \$26,000 al terminar su vida de 4 años. ¿Cuál proceso debe elegirse con el criterio del VAE , con una tasa de interés del 5% trimestral?

Solución.

Observe que el presente es el mismo que el ejemplo 7, por consiguiente, la representación de los flujos de efectivo son iguales y lo único que cambiaría es el requerimiento de decisión. Por consiguiente.

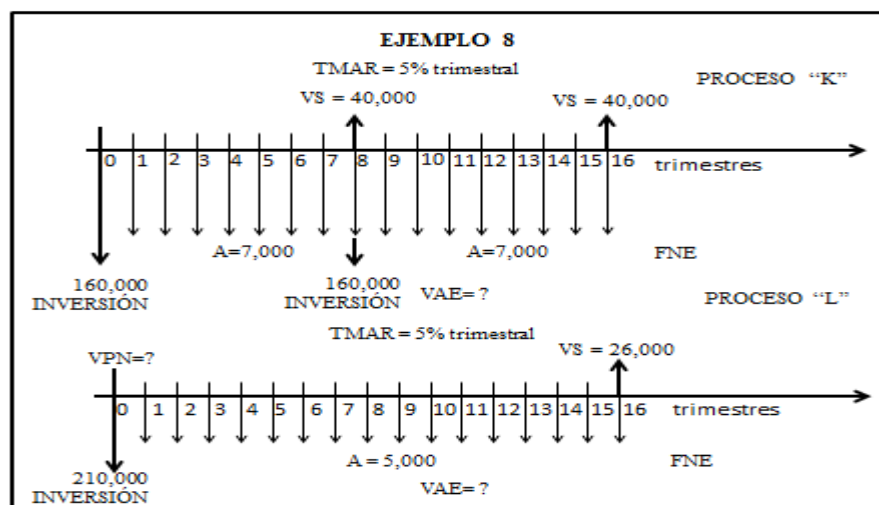


Figura 19. Flujo de caja para el cálculo del valor anual de dos inversiones a una $TMAR$ de 5% trimestral.

El modelo matemático del proceso “K” de acuerdo al problema y flujo se tiene:

$$VAE_K = [-160,000 - 160,000(P/F, 5\%, 8) - 7,000(P/A, 5\%, 16) + 40,000(P/F, 5\%, 8) + 40,000(P/F, 5\%, 16)](A/P, 5\%, 16)$$

Los flujos netos de efectivo son negativos en razón que es un proyecto de servicio, esto es, que no genera ingresos, sino sólo egresos durante su vida útil. Por consiguiente:

$$\begin{aligned} VAE_K &= [-160,000 - 160,000(0.6768) - 7,000(10.8378) + 40,000(0.6768) \\ &\quad + 40,000(0.4581)](0.09227) \\ VAE_K &= -298,756.60(0.09227) \\ VAE_K &= -27,566.27 \end{aligned}$$

Considerando solo un ciclo de vida para el proceso “K” el modelo matemático del VAE tiene la siguiente forma:

$$\begin{aligned} VAE_K &= [-160,000 - 7,000(P/A, 5\%, 8) + 40,000(P/F, 5\%, 8)](A/P, 5\%, 8) \\ VAE_K &= [-160,000 - 7,000(6.4632) + 40,000(0.6768)](0.15472) \\ VAE_K &= -178,170.40(0.15472) \\ VAE_K &= -27,566.27 \end{aligned}$$

Por lo anterior, calcúlese únicamente el VAE del primer ciclo de vida, en alternativas que es necesaria varios de éstos.

El modelo matemático del proceso “L” de acuerdo al problema y flujo se tiene:

$$VAE_L = [-210,000 - 5,000(P/A, 5\%, 16) + 26,000(P/F, 5\%, 16)](A/P, 5\%, 16)$$

Los flujos netos de efectivo son negativos al igual que en el proceso “K” por las razones ya señaladas. Por consiguiente:

$$VAE_L = [-210,000 - 5,000(10.8378) + 26,000(0.4581)](0.09227)$$

$$VAE_L = -252,278.40(0.09227)$$

$$VAE_L = -23,277.73$$

Análisis.

Comparando $VAE_K = -27,566.27$ y $VAE_L = -23,277.73$ se observa que VAE_L tiene menor cantidad en egresos monetario trimestrales, por consiguiente, el proceso “L” es más barato y la decisión será por éste.

1.6.6 Valor Futuro Neto (VFN).

De acuerdo a la definición de equivalencia, tanto el valor presente como el valor anual pueden trasladarse al futuro en cualquier momento considerando una tasa de interés. Por consiguiente, “el valor futuro VF de una alternativa puede determinarse directamente del flujo de efectivo, así también del VP multiplicando por el factor F/P , a partir de la TMAR establecida” (Blank & Tarquin, 2006).

Para determinadas situaciones, el valor futuro VF del flujo de efectivo puede tener mayor significación para un tomador de decisión que el valor presente o anual. Aplicaciones útiles para el VF serían los cálculos por jubilación, la adquisición futura de bienes que por efectos inflacionarios no tendrían el valor de ahora, entre otros; por lo cual Riggs et al, (2009) señala que los cálculos de valor futuro con frecuencia se utilizan en el análisis de escalada de la moneda, en particular para evaluar los efectos de la inflación.

Por otra parte Blank & Tarquin (2006) señalan que un análisis de valor futuro es “aplicable a decisiones con grandes capitales de inversión, cuando el objetivo principal es maximizar la *futura prosperidad* de los accionistas”; así también señalan que el valor futuro se utiliza frecuentemente si el activo se vende o cambia algún tiempo después de haber sido puesto en marcha o adquiridos, pero antes de que se alcance su vida esperada.

Riggs et al, (2009) señala que si se tiene un flujo de efectivo para una alternativa, el valor futuro en cualquier momento puede calcularse por medio de:

$$VFN = VPN(F/P, i, n) = VPN(1 + i)^N$$

La regla de la decisión basada en el valor futuro VFN tiene los mismos resultados que para el valor presente VPN ya que, si se considera el mismo i y n , en un proyecto de ingresos, la jerarquización de alternativas de VFN tiene que ser la misma que la basada en un análisis VPN .

Cuando no se cuenta con la cantidad que corresponde al VPN , la fórmula a aplicar para el cálculo del VFN considerando los correspondientes flujos de caja es como sigue:

$$VFN = -P(F/P, i; n) + FNE_1(F/P, i, n) + FNE_2(F/P, i, n) + \dots + FNE_{n-1}(F/P, i, n) + FNE_n$$

Los ejemplos siguientes muestran la aplicación del VFN y su decisión.

EJEMPLO 9

Se va a decidir por una entre dos máquinas digitales para estampados en tela; se ha cotizado y el costo de la máquina A es \$ 10,000 y la máquina B es \$ 14,000. Se estima que los flujos netos de efectivo de las máquinas para cinco años tendrán valores que se presentan a continuación.

Tabla 9.
Flujos de efectivo netos por año para las máquinas A y B.

AÑO (n)	MÁQUINA A FNE (\$)	MÁQUINA B FNE (\$)
1	3.000	5.000
2	4.000	5.000
3	5.000	5.000
4	4.000	5.000
5	3.000	5.000

Mediante el cálculo del VFN decidir, ¿cuál es la mejor alternativa considerando una $TMAR$ de 20% y valor de desecho de cero?

Solución.

VFA de la máquina "A".

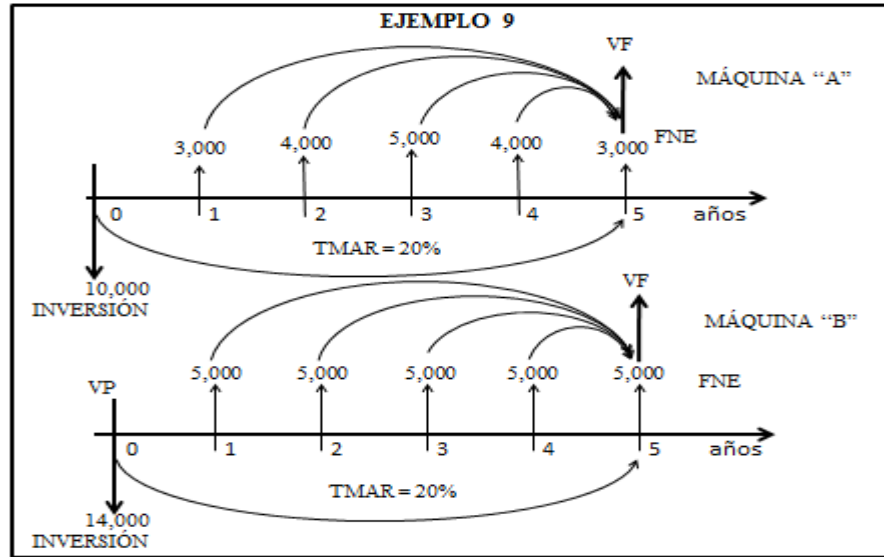


Figura 20. Flujo de caja para el cálculo del valor futuro de dos inversiones a una **TMAR** de 20%.

Considerando los flujos netos de efectivo de la figura 20, el modelo matemático se presenta de la siguiente forma:

$$VFN_A = -P(F/P, i; n) + FNE_1(F/P, i, n) + FNE_2(F/P, i, n) + FNE_3(F/P, i, n) + FNE_4(F/P, i, n) + FNE_5$$

Reemplazando los valores *FNE* del período, la *TMAR* ($i = 0.20$) y el número del período correspondiente, se obtiene:

$$\begin{aligned} VFN_A &= -10,000(F/P, 20\%, 5) + 3,000(F/P, 20\%, 4) + 4,000(F/P, 20\%, 3) \\ &\quad + 5,000(F/P, 20\%, 2) + 4,000(F/P, 20\%, 1) + 3,000 \\ VFN_A &= -10,000(2.48832) + 3,000(2.07360) + 4,000(1.72800) \\ &\quad + 5,000(1.44000) + 4,000(1.20000) + 3,000 \\ VFN_A &= -24,883.20 + 6,220.80 + 6,912.00 + 7,200.00 + 4,800.00 + 3,000 \\ VFN_A &= -24,883.20 + 28,132.80 \\ VFN_A &= 3,249.60 \end{aligned}$$

VFN de la máquina “B”.

Considerando que los flujos netos de efectivo son constantes, el modelo matemático se presenta de la siguiente forma:

$$VFN_B = -P(F/P, i; n) + A(F/A, i, n)$$

Reemplazando el valor de la serie constante, la $TMAR$ ($i = 0.20$) y el número de períodos, se obtiene:

$$VFN_B = -14,000(F/P, 20\%; 5) + 5,000(F/A, 20\%, 5)$$

$$VFN_B = -14,000(2.48832) + 5,000(7.44160)$$

$$VFN_B = -34,836.48 + 37,208.00$$

$$VFN_B = 2,371.57$$

Análisis.

Los $VFN > 0$, en las maquinarias “A” y “B” cumplen con la $TMAR$; sin embargo, $VFN_A > VFN_B$, por consiguiente la inversión la máquina “A” proporciona una mayor rentabilidad, por lo que se acepta esta alternativa, ya que son mutuamente excluyentes.

1.6.7 Tasa Interna de Retorno o de Rendimiento (TIR).

La TIR “es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Se define como la tasa de interés que reduce a cero el VP de una serie de ingresos y desembolsos” (Thuesen, Fabricky, & Theusen, 1981). Es el porcentaje que indica el rendimiento de un capital invertido para la generación de bienes o servicios con los cuales se obtendrá ingresos.

El cálculo de la TIR permite determinar si una alternativa satisface el valor de la $TMAR$. El análisis TIR puede realizarse con un valor presente VP , valor anual equivalente VAE o valor futuro VF , así como también, en el cálculo de la TIR de

flujos incrementales (Riggs, Bedworth, & Randhawa, 2009); al aplicar en cualesquiera de estos métodos de evaluación el resultado de la *TIR* será la misma.

El modelo matemático que permite el cálculo de la *TIR* teniendo en cuenta el valor presente neto *VPN* está dado por:

$$0 = -P + \frac{FNE_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FNE_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{FNE_3}{(1 + TIR)^3} + \dots + \frac{FNE_n + VS}{(1 + TIR)^n}$$

El cálculo de la *TIR* en forma manual, la fórmula dada puede llevar una serie de ensayo - error, hasta encontrar la *TIR* que haga cero el *VPN*. El cálculo de la *TIR* puede realizarse mediante el uso de calculadoras financieras, programas de hojas de cálculo, entre otras aplicaciones tecnológicas.

Al aplicar la fórmula de la *TIR*, existen tres posibles resultados a tener en cuenta:

1. $TIR < TMAR$, quiere decir que el rendimiento del proyecto no alcanza la tasa mínima requerida y que en consecuencia se tiene una situación desfavorable para llevar adelante la inversión.
2. $TIR = TMAR$, quiere decir que el proyecto cubre el rendimiento mínimo requerido y en consecuencia se encuentra en el límite de una situación favorable.
3. $TIR > TMAR$, quiere decir que el rendimiento del proyecto ha superado el límite de la *TMAR*, mientras mayor sea la *TIR* se estará en circunstancias más favorables y que consecuencia la inversión ha superado las expectativas mínimas.

Para el caso de dos o más alternativas mutuamente excluyentes se considerará aquella alternativa en la que la *TIR* sea la mayor y supere además la *TMAR*. En el caso de dos o más alternativas independientes, la elección será de todas aquellas que superen la *TMAR* si no existe restricciones de capital, caso contrario, se seleccionará la de mayor *TIR*.

El ejemplo que sigue, ilustra la forma de cálculo y la decisión adecuada para alternativa mediante el método manual.

EJEMPLO 10

De una máquina digital de estampados en tela se estima en un costo de \$ 10,000 con la cual se prevé flujos netos de efectivo para cinco años de acuerdo al detalle que sigue:

Tabla 10.
Flujos de efectivo netos por año.

AÑO (<i>n</i>)	FNE (\$)
1	2,000
2	3,000
3	4,000
4	3,000
5	2,000

Calcular la TIR con un valor de desecho de cero.

Solución.

La representación gráfica de los flujos de caja netos de la máquina digital de estampados queda en la forma de la figura 21.

Considerando los flujos netos de efectivo, el modelo matemático se presenta de la siguiente forma:

$$0 = -10,000 + \frac{2,000}{(1 + TIR)^1} + \frac{3,000}{(1 + TIR)^2} + \frac{4,000}{(1 + TIR)^3} + \frac{3,000}{(1 + TIR)^4} + \frac{2,000 + 0}{(1 + TIR)^5}$$

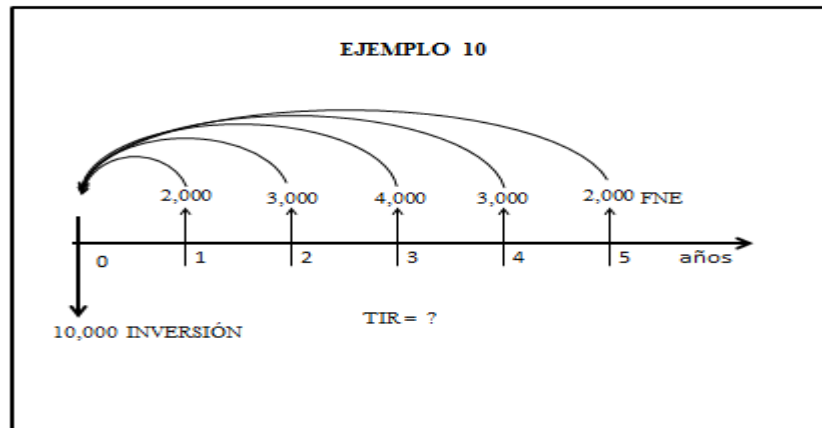


Figura 21. Flujo de caja para el cálculo de la **TIR** de una inversión.

Para el cálculo de la TIR se debe llevar a cabo el proceso de ensayo error que satisfaga la ecuación. En esta razón se tiene que:

Si $TIR = 0.12$, entonces:

$$\begin{aligned}
 VP(12\%) &= -10,000 + \frac{2,000}{(1 + 0.12)^1} + \frac{3,000}{(1 + 0.12)^2} + \frac{4,000}{(1 + 0.12)^3} + \frac{3,000}{(1 + 0.12)^4} \\
 &\quad + \frac{2,000 + 0}{(1 + 0.12)^5} \\
 VP(12\%) &= -10,000 + \frac{2,000}{1.12} + \frac{3,000}{1.2544} + \frac{4,000}{1.404928} + \frac{3,000}{1.573519} + \frac{2,000 + 0}{1.762342} \\
 VP(12\%) &= -10,000 + 1,785.71 + 2,391.58 + 2,847.12 + 1,906.55 + 1,134.85 \\
 VP(12\%) &= 65.81
 \end{aligned}$$

Como $VP > 0$ se debe ensayar con una tasa mayor, podría ser 13%; con la cual se obtendrá el resultado siguiente.

Si $TIR = 0.13$, entonces:

$$\begin{aligned}
 VP(13\%) &= -10,000 + \frac{2,000}{(1 + 0.13)^1} + \frac{3,000}{(1 + 0.13)^2} + \frac{4,000}{(1 + 0.13)^3} + \frac{3,000}{(1 + 0.13)^4} \\
 &\quad + \frac{2,000 + 0}{(1 + 0.13)^5} \\
 VP(13\%) &= -10,000 + \frac{2,000}{1.13} + \frac{3,000}{1.2769} + \frac{4,000}{1.442897} + \frac{3,000}{1.630474} + \frac{2,000 + 0}{1.842435} \\
 VP(13\%) &= -10,000 + 1,769.91 + 2,349.44 + 2,772.20 + 1,839.96 + 1,085.52
 \end{aligned}$$

$$VP(13\%) = -182.97$$

Si se observan los *VP* de las tasas de 12% y 13%, se llega a la conclusión que el $VP = 0$ se encontrará entre las referidas tasas; razón por la que se realizará la interpolación:

$$TIR = 0.12 + 0.01 \left(\frac{65.81 - 0}{65.81 - (-182.97)} \right)$$

$$TIR = 0.12 + 0.01 \left(\frac{65.81}{248.78} \right)$$

$$TIR = 0.12 + 0.01(0.264531)$$

$$TIR = 0.12 + 0.00264531$$

$$TIR = 0.12264531$$

$$TIR \cong 12.26\%$$

El ejemplo que sigue, ilustra la forma de cálculo y la decisión adecuada para dos alternativas mutuamente excluyentes mediante el método manual.

EJEMPLO 11

Se va a decidir por una entre dos máquinas digitales para estampados en tela; se ha cotizado y el costo de la máquina A es \$ 10,000 y la máquina B es \$ 14,000. Se estima que los flujos netos de efectivo de las máquinas para cinco años tendrán valores que se presentan a continuación.

Tabla 11.
Flujos de efectivo netos por año para las máquinas A y B.

AÑO (n)	MÁQUINA A FNE (\$)	MÁQUINA B FNE (\$)
1	2,000	4,000
2	3,000	4,000
3	4,000	4,000
4	3,000	4,000
5	2,000	4,000

Mediante el cálculo de la TIR decidir, ¿cuál es la mejor alternativa considerando valor de desecho de cero?

Solución.

La representación gráfica de los flujos de caja netos de las máquinas digitales de estampados “A” y “B” quedaría de la siguiente forma:

Observe que los flujos de caja de la máquina A son iguales al ejemplo 10, por consiguiente la $TIR \cong 12.26\%$.

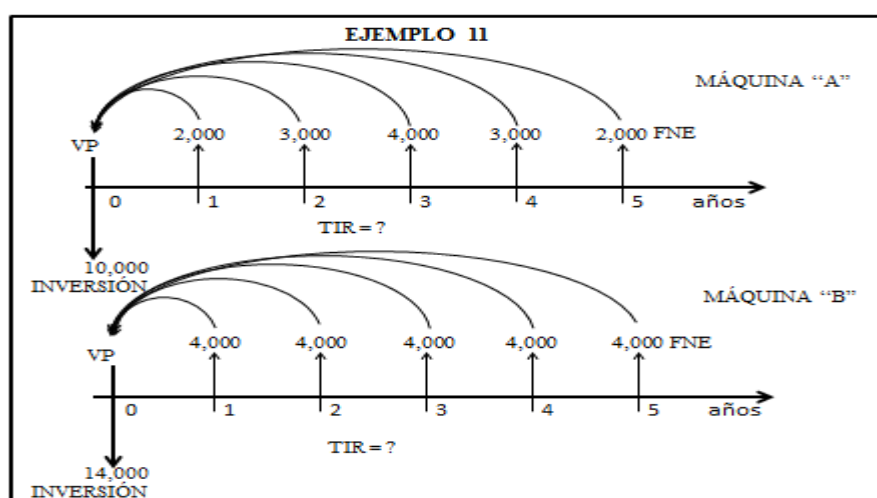


Figura 22. Flujo de caja para el cálculo de la TIR de dos inversiones.

Al considerar los flujos netos de efectivo de la máquina B, el modelo matemático se presenta de la siguiente forma:

$$0 = -14,000 + \frac{4,000}{(1 + TIR)^1} + \frac{4,000}{(1 + TIR)^2} + \frac{4,000}{(1 + TIR)^3} + \frac{4,000}{(1 + TIR)^4} + \frac{4,000 + 0}{(1 + TIR)^5}$$

Aplicando el proceso de ensayo error que satisfaga la ecuación. Se tiene:

Si $TIR = 0.12$, entonces:

$$VP(12\%) = -14,000 + \frac{4,000}{(1 + 0.12)^1} + \frac{4,000}{(1 + 0.12)^2} + \frac{4,000}{(1 + 0.12)^3} + \frac{4,000}{(1 + 0.12)^4} + \frac{4,000 + 0}{(1 + 0.12)^5}$$

$$VP(12\%) = -14,000 + 3,571.43 + 3,188.78 + 2,847.12 + 2,542.07 + 2,269.71$$

$$VP(12\%) = 419.10$$

Como $VP > 0$ se debe ensayar con una tasa mayor, podría ser 14%; con la cual se obtendrá el resultado siguiente.

Si $TIR = 0.14$, entonces:

$$VP(14\%) = -10,000 + \frac{4,000}{(1 + 0.14)^1} + \frac{4,000}{(1 + 0.14)^2} + \frac{4,000}{(1 + 0.14)^3} + \frac{4,000}{(1 + 0.14)^4} + \frac{4,000 + 0}{(1 + 0.14)^5}$$

$$VP(14\%) = -10,000 + \frac{4,000}{1.14} + \frac{4,000}{1.2996} + \frac{4,000}{1.481544} + \frac{4,000}{1.688960} + \frac{4,000 + 0}{1.925415}$$

$$VP(14\%) = -10,000 + 3,508.77 + 3,077.87 + 2,699.89 + 2,368.32 + 2,077.47$$

$$VP(14\%) = -267.68$$

Si se observan los VP de las tasas de 12% y 14%, se llega a la conclusión que el $VP = 0$ se encontrará entre las referidas tasas; razón por la que:

$$TIR = 0.12 + 0.02 \left(\frac{419.10 - 0}{419.10 - (-267.68)} \right)$$

$$TIR = 0.12 + 0.02 \left(\frac{419.10}{686.78} \right)$$

$$TIR = 0.12 + 0.02(0.610239)$$

$$TIR = 0.12 + 0.012205$$

$$TIR = 0.132205$$

$$TIR \cong 13.22\%$$

Las TIR de la máquina A es 12.26% y de la máquina B es 13.22%. Como se evidencia, la máquina B tiene la mayor tasa de rendimiento; sin embargo de lo anterior, se debe tener en cuenta el valor de la $TMAR$; si se observa que las TIR no superan la $TMAR$, las alternativas deben ser rechazadas, si alguna TIR de las alternativas supera la $TMAR$, se debe elegir por ésta; y si todas las alternativas superan la $TMAR$, se escogerá aquella que mayor TIR posea.

1.6.8 Período de Recuperación de la Inversión.

Cuando se realizan inversiones, usualmente se piensa y se pregunta ¿en qué tiempo se recuperará la inversión?, el periodo de recuperación de la inversión es el tiempo necesario para poder recuperar el dinero invertido inicialmente en un activo fijo o proyecto.

“El periodo de recuperación n_p es el tiempo estimado, generalmente en años, que tomará para que los ingresos estimados y otros beneficios económicos recuperen la inversión inicial y una tasa de rendimiento establecida” (Blank & Tarquin, 2006, pág. 192) .

Autores como Blank & Tarquin (2006) y Thuesen et al (1981) señalan que existen dos formas para determinar el periodo de recuperación de la inversión; la primera considerando $i = 0$, denominada como tiempo de recuperación simple y la segunda cuando $i > 0$, denominada como tiempo de recuperación ajustado o análisis de recuperación descontado. El periodo de recuperación de la inversión no es un indicador fuerte como el valor presente, futuro o valor anual en las decisiones de alternativas; debe tomarse como una medida complementaria a alguno de los antes indicados.

El periodo de recuperación simple no considera el valor del dinero en el tiempo, esto es que un dólar del futuro tiene el mismo poder adquisitivo que un dólar de hoy; mientras que, el periodo de recuperación de la inversión descontado tiene en cuenta un rendimiento mayor al 0%.

El caso de periodo de recuperación simple, esto es $i = 0$, el valor n_p es únicamente un referente; por lo que se deberá verificar si el tiempo de recuperación simple es menor que la vida económica del activo. Bajo esta confirmación se realizará el cálculo del periodo de recuperación descontado.

El cálculo del periodo de recuperación descontado (n_p) considerando una tasa de rendimiento determinada ($i > 0$), está dado por la expresión:

$$0 = -P + \sum_{t=1}^{t=n_p} FNE_t(P/F, i, t)$$

Donde:

$P =$ inversión inicial

$FNE =$ ingresos – desembolsos

$=$ flujo neto de efectivo por cada año t

Si los FNE son una serie constante, se podrá utilizar también la fórmula que sigue.

$$0 = -P + FNE(P/A, i, n_p)$$

El periodo de recuperación simple presenta ventajas como facilidad para entender su concepto, transmitirlo y calcularlo. Sin embargo, resulta inconveniente, debido a que ignora el valor del dinero en el tiempo, además de los flujos netos de efectivo posteriores a n_p . Por consiguiente y para fines del presente trabajo se tendrá en cuenta el periodo de recuperación descontado (Blank & Tarquin, 2006).

EJEMPLO 12

De una máquina digital de estampados en tela se estima en un costo de \$ 10,000 con la cual se prevé flujos netos de efectivo para cinco años de acuerdo al detalle que sigue:

Tabla 12.
Flujos de efectivo netos por año.

AÑO (n)	FNE (\$)
1	3,000
2	4,000
3	5,000
4	4,000
5	3,000

- Si $i = 0.15$, calcular el periodo de recuperación de la inversión descontado.*
- Calcular el periodo de recuperación de la inversión simple y comparar con el resultado anterior.*

Solución:

- a. Periodo de recuperación de la inversión descontado.

Para la aplicación de la fórmula $0 = -P + FNE(P/A, i, n_p)$ es necesario calcular el valor presente VP de los flujos netos de efectivo (FNE), para luego determinar el valor anual y proceder a aplicar la fórmula del periodo de recuperación de la inversión descontado.

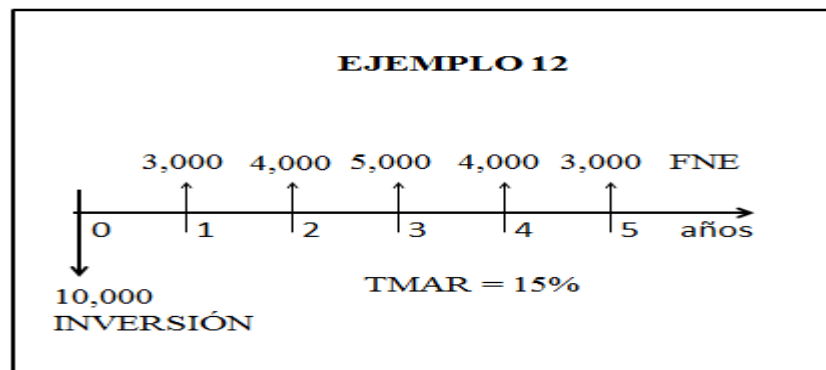


Figura 23. Flujo de caja para el cálculo del periodo de recuperación de la inversión.

$$\begin{aligned} VP &= FNE_1(P/F, i, n) + FNE_2(P/F, i, n) + FNE_3(P/F, i, n) \\ &\quad + FNE_4(P/F, i, n) + FNE_5(P/F, i, n) \\ VP &= 3,000(P/F, 15\%, 1) + 4,000(P/F, 15\%, 2) + 5,000(P/F, 15\%, 3) \\ &\quad + 4,000(P/F, 15\%, 4) + 3,000(P/F, 15\%, 5) \\ VP &= 3,000(0.86957) + 4,000(0.75614) + 5,000(0.65752) \\ &\quad + 4,000(0.57175) + 3,000(0.49718) \\ VP &= 2,608.71 + 3,024.56 + 3,287.60 + 2,287.00 + 1,491.54 \\ VP &= 12,699.41 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VA &= P(A/P, i, n) \\ VA &= P(A/P, 15\%, 5) \\ VA &= 12,699.41(0.29832) \\ VA &= 3,788.48 \end{aligned}$$

$$0 = -10,000 + 3,788.48(P/A, 15\%, n_p)$$

$$10,000 = 3,788.48(P/A, 15\%, n_p)$$

$$\frac{10,000}{3,788.43} = (P/A, 15\%, n_p)$$

$$2.639616 = (P/A, 15\%, n_p)$$

El valor del factor $(P/A, 15\%, n_p) = 2.639616$, se encuentra entre el intervalo de 3 y 4 años; verificando la tabla de factores se tiene que $(P/A, 15\%, 3) = 2.28323$ y $(P/A, 15\%, 4) = 2.85498$, por lo que para determinar el valor de n_p es necesario realizar la interpolación de acuerdo a la información visualizada en la figura 24.

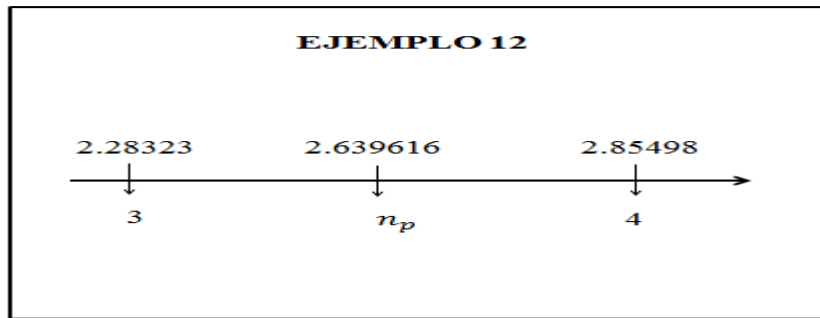


Figura 24. Interpolación del número de periodos de recuperación de la inversión.

$$\frac{n_p - 3}{4 - 3} = \frac{2.639616 - 2.28323}{2.85498 - 2.28323}$$

$$n_p = 3 + (1) \frac{0.35639}{0.57175}$$

$$n_p = 3 + 0.623332$$

$$n_p = 3.623332 \text{ años}$$

$$n_p = 3 \text{ años, 7 meses y 14 días}$$

b. Periodo de recuperación de la inversión simple.

Para calcular el periodo de recuperación simple es necesario determinar el *FNE* acumulado, la tabla 13 muestra el cálculo correspondiente.

Tabla 13.
Flujo neto de efectivo acumulado por año.

AÑO (n)	FNE (\$)	FNE ACUMULADO (\$)
1	3,000	3,000
2	4,000	7,000
3	5,000	12,000
4	4,000	16,000
5	3,000	19,000

El valor de \$10,000 en la columna del FNE acumulado, se encuentra entre el año 2 y 3; para determinar el valor de n_p es necesario realizar la interpolación considerando el año dos como base y sumar el cociente del valor que falta para completar los \$10,000 y el FNE correspondiente al año 3, y se tiene que:

$$n_p = 2 + \frac{3,000}{5,000}$$

$$n_p = 2 + 0.6$$

$$n_p = 2.6 \text{ años}$$

$$n_p = 2 \text{ años, 7 meses y 6 días}$$

La diferencia es clara, ya que $n_p = 3$ años, 7 meses y 14 días, cuando se aplica una tasa de descuento del 15% (periodo de recuperación de la inversión descontado) y $n_p = 2$ años, 7 meses y 6 días, cuando la tasa de descuento es de 0% (periodo de recuperación de la inversión simple)

Cuando los flujos netos de efectivo sean una serie constante se aplicará la fórmula siguiente, con la que se obtendrá el periodo de recuperación de la inversión.

$$n_p = \frac{P}{FNE}$$

1.7 La toma de decisiones.

En el campo empresarial, la alta dirección frecuentemente estará sometida a toma decisiones sean en el campo administrativo, financiero, productivo, técnico, entre otros. Según lo expuesto, en la empresa es usual que en determinado momento sea necesaria la toma de decisiones de un activo productivo por otro; allí es donde la

alta dirección debe tomar decisiones económicamente planificadas, estudiadas y acertadas.

Según Taylor, (1991), una decisión económica debe contar con al menos tres elementos:

1. Que se haya examinado todas las alternativas posibles
2. Que se haya incluido todos los ingresos y egresos, y
3. Que los principios y las técnicas de evaluación económica sean los correctos

Lo anterior, señala que en la toma de decisiones económicas, no solo debe tenerse en cuenta una alternativa y el no hacer nada; sino que será necesario que se busque todas las alternativas posibles para someterlas a evaluación. La evaluación se realizará considerando los flujos de caja futuros (ingresos menos egresos) de cada alternativa, para luego aplicar los principios y técnicas de evaluación económica, las cuales pueden considerar que: se ha disminuido los costos totales de producción, determine un ingreso superior, genere mayores ahorros o rentabilidad, etc.

Por lo dicho, es necesario aclarar que la evaluación económica de todas las alternativas se la realizará considerando los mismos principios y técnicas para un momento específico, que usualmente es el valor presente.

En consecuencia, las decisiones económicas deben basarse por reducción de costos y aumento de ingresos.

1.7.1 Decisiones económicas basadas en reducción de costos.

Cuando se toman decisiones de reemplazo de un activo productivo es porque el antiguo ha dejado de funcionar en condiciones aceptables; esto es por daños en la maquinaria, tiempo requerido para mantenimiento, costo de reparación, reemplazo de partes y piezas, costo de mano de obra de los técnicos de mantenimiento, pérdida de horas laboradas de los obreros, retraso o incumplimiento en la producción de bienes e incumplimiento en las entregas a clientes, lo cual conlleva a pérdidas de imagen, credibilidad y dinero; y como consecuencia lógica, disminución de utilidades.

Por otro lado, un activo nuevo reduciría o anularía algunos o todos los costos del párrafo anterior, además que, siempre existirá la posibilidad de que el activo tenga una mayor tecnología que: ahorre el consumo de energía, disminuya los tiempos muertos, realizar nuevos productos, etc.

Una característica de la reducción de costos es que la decisión no afecte a los ingresos brutos (Taylor, 1991), ya que el propósito de la reducción de costos no necesariamente debe tener como fin el incremento de ingresos, sino superar aquellos inconvenientes que están inflando los costos al mantener el activo antiguo y están afectando a la imagen de la empresa, disminuyendo su capacidad competitividad y sus utilidades.

1.7.2 Decisiones económicas basadas en aumento de ingresos.

Una decisión de reemplazo basada en costos puede mirarse muy justificada, sin embargo, no es la única razón para el reemplazamiento de un activo productivo. Los individuos encargados de la alta dirección, podrán mirar la oportunidad que el reemplazo de activos productivos no sólo lleve a disminuir costos, sino a mejorar los ingresos, en razón que el activo puede contener mejoras tecnológicas que proporcione mayor volumen de producción, tenga mayor velocidad, aumente la calidad de modo que se justifique un precio mayor, etc. O también, que al haber disminuido el costo de producción, se pueda ofrecer a un precio menor que incremente su competitividad al incrementarse la cantidad de bienes vendidos y pueda recuperarse ingresos en cantidades mayores a las que se obtienen sin la consideración del reemplazamiento.

Aunque las decisiones económicas de disminución de costos e incremento de ingresos puedan razonarse de forma separada, debe tenerse en cuenta que cada una de ellas de manera individual o conjunta llevarán al aumento de utilidades.

1.8 Desarrollo de alternativas.

Para poder llegar a una decisión, es necesario contar y analizar la mayor cantidad de alternativas posibles. Riggs et al (2009) señala que es necesario determinar la alternativa mejor aceptada entre varias, mediante métodos de ingeniería económica como: el valor presente, *VP*; valor anual equivalente, *VAE*; y tasa interna de retorno, *TIR*.

Una alternativa de inversión, según Thuesen et al (1981), es una opción para decidir, ya que aquella alternativa puede estar formada por un grupo o conjunto de propuestas de inversión. Por ejemplo si se tiene las propuestas A y B, es posible que se tenga cuatro alternativas a decidir, tales como:

- a. No hacer nada
- b. Aceptar únicamente A
- c. Aceptar únicamente B
- d. Aceptar A y B

Sin embargo de lo anterior, pueden haber existido a más de las propuestas A y B, otras que quedaron desechadas debido a costos excesivos, tecnología no comprobada, producción que excede a la demanda interna, etc. (Riggs, Bedworth, & Randhawa, 2009).

1.8.1 Clasificación de alternativas.

En la comparación de alternativas se puede encontrar que, la selección de una de ellas, ésta excluya a las demás o, que al escoger una de ellas, también sea posible la realización de otra u otras alternativas propuestas. Bajo estas circunstancias las alternativas pueden clasificarse y definirse según Thuesen et al (1981), en:

- a. Alternativas mutuamente excluyentes, al seleccionar una sola alternativa económica a partir de un conjunto de ellas, se elimina inmediatamente la aceptación de las otras alternativas. La diferencia presente y futura entre las mismas reflejadas en los flujos de caja, es el aspecto relevante para

determinar la deseabilidad económica al comparar la una con las otras, mediante los métodos de ingeniería económica como *VA*, *VF*, *VAE*, *TIR* y periodo de recuperación de la inversión descontado. Por ejemplo, si se tiene las alternativas A, B y C; la selección de A excluye a B y C o, si se elige a B queda excluida A y C o, si se elige a C quedarán excluidas A y B.

- b. Alternativas independientes, se tiene cuando la aceptación de una de las alternativas propuestas que conforman el grupo de alternativas, no tiene ningún efecto en la aceptación de las demás. Si la comparación de alternativas a llevar adelante, abarcan necesidades distintas o grupos diferentes, el realizar más de una alternativa solo tendrá como limitación la parte de los recursos económico. Si la parte económica no es una restricción, se pueden escoger más de una alternativa, siempre que las seleccionadas superen la *TMAR*. Por ejemplo, si se tiene las alternativas A y B, puede seleccionarse únicamente A, así como pueden seleccionarse A y B.
- c. Alternativas contingentes, se tiene cuando la realización de alguna de ellas compromete la realización de otras u otras alternativas. Por ejemplo, si se tiene las alternativas A, B y C y la propuesta C es contingente a la propuesta B, entonces, se seleccionará C solo si B ha sido seleccionada.
- d. Alternativa de “no hacer nada”, en los estudios de ingeniería económica “el no hacer nada”, es otra de las alternativas a tener en cuenta; esto quiere decir que, si las alternativas propuestas no satisfacen los requerimientos económicos, ésta alternativa debe ser elegida y que al quedar los fondos disponibles se colocarán en otras inversiones que satisfagan económicamente (igual o mayor a la *TMAR*).

1.9 Análisis de reemplazo.

Toda empresa en marcha se encuentra constituida por activos fijos, sea cual fuere su actividad empresarial. Sin embargo, en varias de ellas, sus activos tendrán una mínima representación, como en el caso de aquellas dedicadas a la actividad comercial y de servicios, por cuanto en la primera, su fuerte es la conformación de inventarios para la venta; mientras que la segunda, su fuerte consistirá en la mano de obra especializada o calificada para la prestación del servicio.

Lo anterior quiere decir que, las inversiones en activos fijos, en las empresas comerciales y de servicios, sólo en algunas ocasiones puede tener una incidencia significativa en la conformación del activo total, todo dependerá de la actividad y de las prioridades que consideren los gerentes, administradores, presidentes o individuos a cargo de las decisiones empresariales.

Las empresas que basan su actividad económica en la producción de bienes y servicios con una alta participación de activos fijos, ven pasar los años de operación y envejecer los activos productivos; para dar continuidad a su labor de manera competitiva, es necesario realizar evaluaciones de reemplazo o sustitución de activos fijos para una correcta toma de decisiones.

Para la sustitución de activos fijos según los estudiosos de la ingeniería económica están dados por las siguientes razones:

- a. Rendimiento disminuido, debido al deterioro físico del activo fijo que hace que el nivel de producción no sea confiable tanto en su calidad como en su cantidad, lo cual conlleva a incrementos de costos de operación, pérdida de imagen empresarial y eleva los costos de mantenimiento y operación (Blank & Tarquin, 2006).
- b. Modificación de los requerimientos, ya que los requerimientos humanos o de sus posesiones han cambiado y ya no satisfacen las nuevas necesidades (Taylor, 1991).
- c. Obsolescencia, como consecuencia del rápido avance tecnológico de la maquinaria, por cuanto mejoran los tiempos de producción o transformación y por consiguiente existirá una disminución en los costos de fabricación o prestación de servicios (Riggs, Bedworth, & Randhawa, 2009).
- d. Financiamiento, oportunidades económicas externas para la operación o uso de los activos, como arrendamiento mercantil vs posesión del activo (Taylor, 1991).

El reemplazamiento puede justificarse, sea que esté ocurriendo una o más de las razones enunciadas.

1.9.1 Decisiones de reemplazo.

La decisión de reemplazar o no un activo, trae algunas sugerencias valiosas a tener en cuenta en el ámbito económico de la empresa. El reemplazar un activo en forma temprana puede ser un desperdicio del capital operativo; mientras que una empresa que posponga el reemplazo del activo por presiones económicas puede llevar a una posición peligrosa por pérdida de competitividad. Los administradores tienen la responsabilidad de determinar que el reemplazo de los activos ocurra en el momento más oportuno, esto es, que tenga un sentido económico (Riggs, Bedworth, & Randhawa, 2009).

Considerando lo anterior, para (Viveros, González, & Rodríguez, 2004) los activos fijos (maquinaria y equipo) al ser operados o usados mediante el transcurso del tiempo, tienen en cuenta las siguientes reflexiones:

... estos envejecen, fallan por diversas causas y generan paros de tal forma que estos deben ser sometidos a ciertas actividades de mantenimiento, de modo que a los costos usuales de operación se suman los costos de mantenimiento, disminuyendo los beneficios.

A pesar del mantenimiento que reciben los activos en uso, estos pueden perder sus condiciones técnicas necesarias para la manufactura de un bien o la prestación de un servicio; este es el momento de reconocer en que la vida útil del activo a terminado y en consecuencia, su valor en términos económicos paulatinamente ha perdido su valor inicial hasta llegar al fin de la vida útil, a tener sólo un valor residual muy menguado y casi de desecho.

Por otra parte, las cada vez más frecuentes averías aumentan los tiempos muertos o improductivos, y llegan incluso a afectar la productividad de otros equipos que trabajan conjuntamente con ellos. Además, con el tiempo el equipo se va volviendo obsoleto, por lo cual su propietario queda en desventaja frente a otros competidores que poseen equipos más modernos y eficientes.

Es preciso destacar que llega siempre un momento en que es técnica y tecnológicamente necesario, o económicamente preferible, no prolongar más el funcionamiento de un equipo sino desecharlo definitivamente, para no caer en un costo que puede ser exagerado si se mantiene excesivamente ... (Viveros, González, & Rodríguez, 2004, págs. 163 - 164).

El reemplazo es una decisión entre el activo en uso y otro activo generalmente nuevo; el primero se le denomina *defensor* y puede o no estar al final de su vida útil; y al segundo se le denomina *retador*, debe ser una de las mejores

alternativas disponibles y puede o no realizar la función del defensor de la misma manera (Riggs, Bedworth, & Randhawa, 2009). Por ejemplo, el transporte de productos al interior de una fábrica, puede realizarse por medio de bandas transportadoras o vehículos montacargas. Como se observa, el medio de transporte en el ejemplo (banda transportadora – montacargas), ha variado; así también, el modo de realizar el traslado de los bienes.

1.9.2 Defensor – retador.

“Son las denominaciones para dos alternativas mutuamente excluyentes. El defensor es el activo actualmente instalado, y el retador es el posible reemplazo” (Blank & Tarquin, 2006, pág. 408). Al realizar el análisis de reemplazo del activo en uso y el nuevo, la comparación dará como resultado una opción favorable, teniendo como métodos de análisis al valor presente VP o valor anual VA, que son los más recomendados para este tipo de análisis.

Para iniciar un análisis de reemplazo mediante el método retador – defensor, es necesario tener en cuenta al momento de efectuar el análisis, los costos iniciales de cada una de las alternativas presentadas. Blank & Tarquin, (2006), precisan al costo inicial del retador y defensor de la siguiente forma:

Costo inicial del defensor, se relaciona con el valor comercial actual del defensor, este valor representa la inversión inicial en un análisis de reemplazo. Este valor debe ser estimado por valuadores profesionales, revendedores o liquidadores que tengan conocimiento sobre bienes usados. No debe considerarse como valor de la inversión inicial aquellos valores de intercambio que no representen un valor comercial justo, o el valor en libros que aparece en los registros contables. Si al defensor es necesario realizar un mantenimiento preventivo o correctivo o adicionar partes y piezas para que el activo funcione en forma eficiente, estos rubros se adicionarán a la inversión inicial del defensor.

Costo inicial del retador, es la inversión inicial calculada necesaria para adquirirlo e instalarlo, y este a su vez será el valor de P . Esto quiere decir que al valor del equipo retador se le debe sumar el transporte, costos de adecuaciones, de

instalación, carga, descarga, manipulación y cualquier otro rubro necesario que permita su funcionamiento.

Un análisis de reemplazo objetivo se da cuando se toma en cuenta el punto de vista de un asesor, ya que éste, podrá realizar un análisis imparcial, sin inclinarse por alguna de las alternativas.

Dadas las consideraciones anteriores, es el momento propicio para realizar una evaluación de reemplazo de activos fijos; teniendo en cuenta que la razón puede ser técnica, económica o las dos a la vez.

1.9.2.1 Cuando la vida útil restante del defensor es igual a la del retador.

EJEMPLO 13

En la actualidad, la empresa textil ABC posee varios camiones para el transporte de materia prima y producto terminado. La existencia de averías y accidentes sufridos con los camiones en los últimos meses, ha hecho que se vea la necesidad de analizar nuevas alternativas. Los camiones fueron comprados hace 2 años, cada uno por \$60,000. Actualmente, la compañía planea conservar los camiones durante 10 años más. El valor justo del mercado para un camión de 2 años es de \$42,000 y para un camión de 12 años es de \$8,000. Los costos anuales de combustible, mantenimiento, impuestos, etc., es decir, CAO, son \$12,000 anuales. La opción de reposición es arrendar en forma anual. El costo anual de arrendamiento es de \$9,000 (pago de fin de año) con costos anuales de operación de \$14,000. ¿Debe la compañía alquilar camiones para sus necesidades de transporte, si la TMAR es del 15%?⁵

Solución:

Cuando el defensor y el retador tienen vidas iguales, se puede utilizar cualquiera de los métodos de evaluación con la información más reciente.

⁵ Problema adaptado de (Ruiz, S/f) Antología del libro: Blank Leland y Anthony Tarquin. Ingeniería económica.

Tabla 14.
Resumen de datos para Defensor y Retador. Ejemplo 13.

DEFENSOR	RETADOR
$P = \$42,000$	$\text{Arrendamiento anual} = \$9,000$
$COA = \$12,000$	$COA = \$14,000$
$VS = \$8,000$	$VS = \$0$
$n = 10 \text{ años}$	$n = 10 \text{ años}$
$TMAR = 15\%$	

El valor de compra de los camiones de \$60,000 no tiene injerencia en la decisión de reemplazo. Además, de existir otros costos no recuperables, o cantidad de dinero invertida anteriormente, también deben ser consideradas irrelevantes.

Los flujos de caja para el defensor y retador se presenta en la figura siguiente:

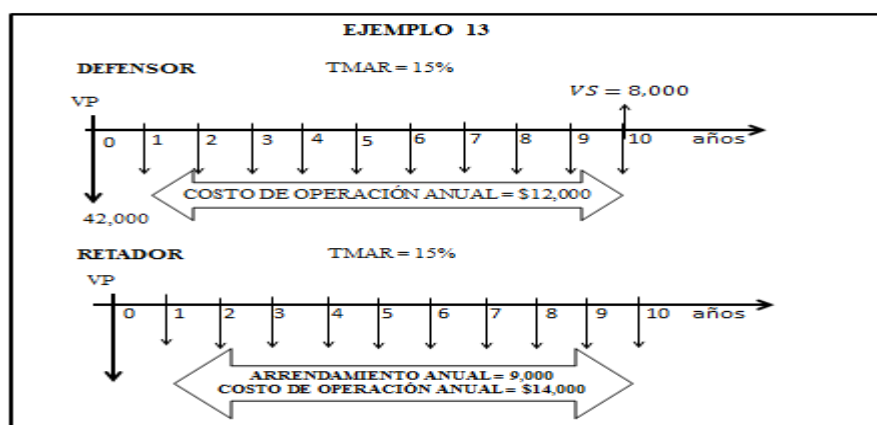


Figura 25. Flujo de caja de costos de conservar los camiones (defensor) y arrendar camiones (retador)

En razón que el retador tiene calculados los valores anuales, es propicio para esta decisión de reemplazo el uso del valor anual equivalente (VAE), a pesar que también es factible por VPN , VFN o TIR .

Defensor.

$$VAE_D = -P(A/P, i\%, n) + VS(A/F, i\%, n) - COA$$

Como el análisis que se realiza es de costos, entonces, aquellos se los considera positivos.

$$VAE_D = -42,000(A/P, 15\%, 10) + 8,000(A/F, 15\%, 10) - 12,000$$

$$VAE_D = -42,000(0.19925) + 8,000(0.04925) - 12,000$$

$$VAE_D = -8,368.5 + 394 - 12,000$$

$$VAE_D = -19,974.5$$

Retador.

$$VAE_R = COA$$

$$VAE_R = -9,000 - 14,000$$

$$VAE_R = -23,000$$

CONCLUSIÓN

Como los costos en valor absoluto, de $VAE_D = -19,974.5 < VAE_R = -23,000$, entonces, bajo ésta consideración de costos, no es económicamente pertinente arrendar camiones.

1.9.2.2 Cuando la vida útil restante del defensor no es igual a la del retador.

EJEMPLO 14

Una máquina de hilado fue adquirida hace 3 años por \$40,000. Ha proporcionado un servicio adecuado, pero hay una versión mejorada que cuesta \$35,000, y que reduciría los costos de operación y los gastos de inspección. Los costos y valores de salvamento para las dos máquinas se muestran en la tabla 15. Los costos que son los mismos para cualquiera de las dos máquinas no se incluyen. Además, los costos de operación para el retador son muy bajos debido al equipo automatizado. ¿Se debe realizar un reemplazo si se requiere una tasa de retorno de 15% y los servicios de la máquina de hilado se necesitan sólo durante 4 años más?⁶

Solución.

De acuerdo a las condiciones del problema se considerará los primeros 4 años del retador y la misma cantidad de años para el defensor. El valor de salvamento actual del defensor es de \$12,000 que es su valor de mercado ahora; el precio de

⁶ Problema adaptado de (Riggs, Bedworth, & Randhawa, 2009, págs. 261 -262)

compra original de \$40,000 no tiene injerencia en la decisión de reemplazo. Bajo estas consideraciones es adecuado un cálculo del *VAE*, que vendría a ser el costo anual de cada alternativa y sobre ellas decidir el de menor costo. El uso del *VAE* resulta adecuado en comparación de alternativas de vidas diferentes.

Tabla 15.
Distribución de costos según Defensor D y Retador R. Ejemplo 14.

Año	Defensor D		Retador R	
	Valor de operación, \$	Costos de salvamento, \$	Valor de operación, \$	Salvamento, \$
0		12,000		35,000
1	3,400	7,000	200	30,000
2	3,900	4,000	1,000	27,000
3	4,600	2,500	1,200	24,000
4	5,600	1,000	1,500	20,000
5			2,000	17,000
6			2,600	15,000

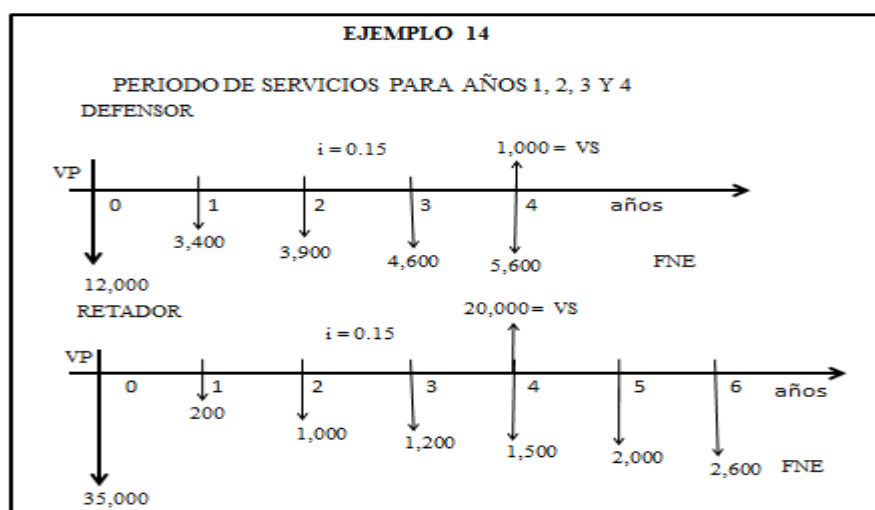


Figura 26. Flujo neto de efectivo de retador y defensor para máquinas de hilado con periodos de servicio de cuatro años.

DEFENSOR.

$$\begin{aligned}
 VAE_D &= [-12,000 - 3,400(P/F, 15\%, 1) - 3,900(P/F, 15\%, 2) - 4,600(P/F, 15\%, 3) \\
 &\quad - 5,600(P/F, 15\%, 4) + 1,000(P/F, 15\%, 4)](A/P, 15\%, 4) \\
 VAE_D &= [-12,000 - 3,400(0.86957) - 3,900(0.75614) - 4,600(0.65752) \\
 &\quad - 5,600(0.57175) + 1,000(0.57175)](0.35027) \\
 VAE_D &= [-12,000 - 2,956.52 - 2,948.96 - 3,024.57 - 3,201.82 + 571.75](0.35027) \\
 VAE_D &= [-23,560.12](0.35027)
 \end{aligned}$$

$$VAE_D = -8,252.4$$

RETADOR.

$$\begin{aligned} VAE_R &= [-35,000 - 200(P/F, 15\%, 1) - 1,000(P/F, 15\%, 2) - 1,200(P/F, 15\%, 3) \\ &\quad - 1,500(P/F, 15\%, 4) + 20,000(P/F, 15\%, 4)](A/P, 15\%, 4) \\ VAE_R &= [-35,000 - 200(0.86957) - 1,000(0.75614) - 1,200(0.65752) \\ &\quad - 1,500(0.57175) + 20,000(0.57175)](0.35027) \\ VAE_R &= [-35,000 - 173.91 - 756.14 - 789.02 - 857.63 + 11,435.06](0.35027) \\ VAE_R &= [-26,141.64](0.35027) \\ VAE_R &= -9,156.51 \end{aligned}$$

Como los costos en valor absoluto, de $VAE_D = -8,252.4 < VAE_R = -9,156.51$, entonces en el momento actual, no es pertinente realizar el reemplazo del equipo usado por el nuevo, debido que la máquina defensor tiene un menor costo anual equivalente.

La decisión de reemplazo en el momento actual, como se puede observar resulta inconveniente; sin embargo, podría ser que en los siguientes años resulte ventajoso. Para conocer si es así, es necesario repetir los cálculos considerando el reemplazo al inicio del:

- año 2; calculando el VAE durante los años 2 al 4
- año 3; calculando el VAE durante los años 3 y 4
- año 4; calculando el VAE sólo para el año 4

El cálculo del VAE de los años del 2 al 4 se tiene:

DEFENSOR.

$$\begin{aligned} VAE_D &= [-7,000 - 3,900(P/F, 15\%, 1) - 4,600(P/F, 15\%, 2) - 5,600(P/F, 15\%, 3) \\ &\quad + 1,000(P/F, 15\%, 3)](A/P, 15\%, 3) \\ VAE_D &= [-7,000 - 3,900(0.86957) - 4,600(0.75614) - 5,600(0.65752) \\ &\quad + 1,000(0.65752)](0.43798) \\ VAE_D &= [-7,000 - 3,391.32 - 3,478.24 - 3,682.11 + 657.52](0.43798) \\ VAE_D &= [-16894.15](0.43798) \end{aligned}$$

$$VAE_D = -7,399.30$$

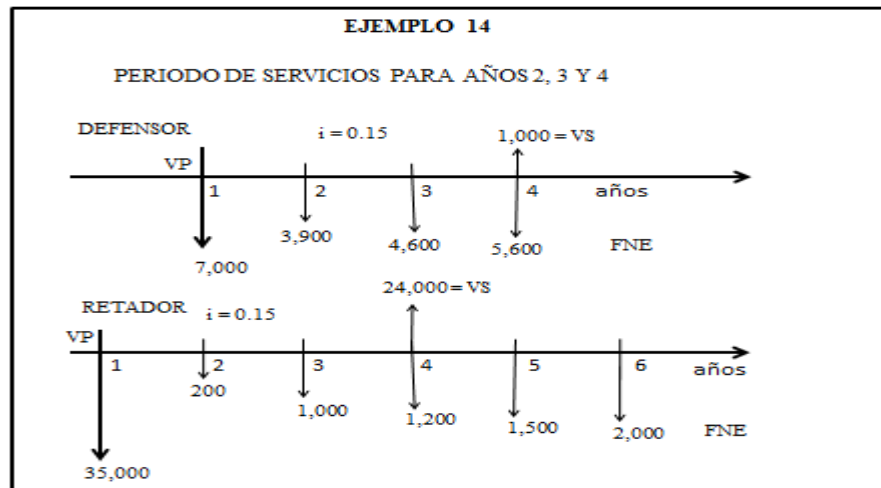


Figura 27. Flujo neto de efectivo de retador y defensor para máquinas de hilado con periodo de servicio de tres años.

RETADOR.

$$VAE_R = [-35,000 - 200(P/F, 15\%, 1) - 1,000(P/F, 15\%, 2) - 1,200(P/F, 15\%, 3) + 24,000(P/F, 15\%, 3)](A/P, 15\%, 3)$$

$$VAE_R = [-35,000 - 200(0.86957) - 1,000(0.75614) - 1,200(0.65752) + 24,000(0.65752)](0.43798)$$

$$VAE_R = [-35,000 - 173.91 - 756.14 - 789.02 + 15,780.48](0.43798)$$

$$VAE_R = [-20,938.59](0.43798)$$

$$VAE_R = -9,170.68$$

Como los costos en valor absoluto, de $VAE_D = -7,399.30 < VAE_R = -9,170.68$, entonces transcurrido un año a partir de hoy, no es pertinente realizar el reemplazo del equipo usado por el nuevo, debido que la máquina defensor tiene un menor costo anual equivalente.

El cálculo del VAE de los años del 3 y 4 se tiene:

DEFENSOR.

$$VAE_D = [-4,000 - 4,600(P/F, 15\%, 1) - 5,600(P/F, 15\%, 2) + 1,000(P/F, 15\%, 2)](A/P, 15\%, 2)$$

$$VAE_D = [-4,000 - 4,600(0.86957) - 5,600(0.75614) + 1,000(0.75614)](0.61512)$$

$$VAE_D = [-4,000 - 4,000.02 - 4,234.38 + 756.14](0.61512)$$

$$VAE_D = [-11,478.26](0.61512)$$

$$VAE_D = -7,060.50$$

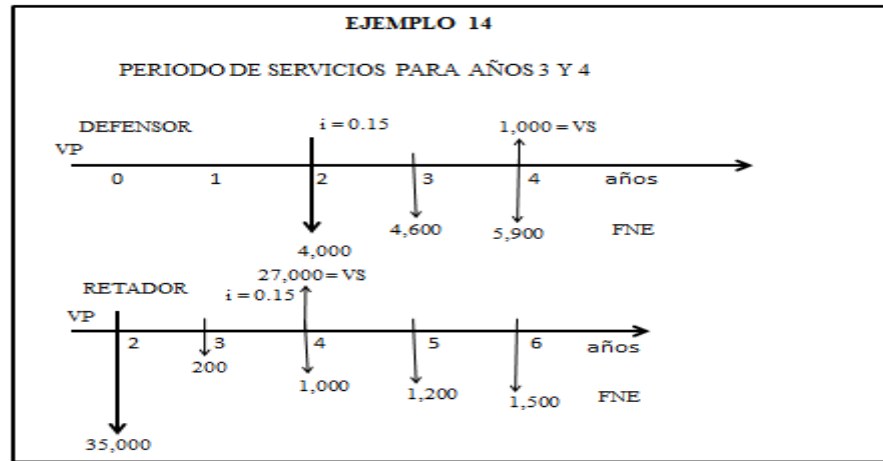


Figura 28. Flujo neto de efectivo de retador y defensor para máquinas de hilado con periodo de servicio de dos años.

RETADOR.

$$VAE_R = [-35,000 - 200(P/F, 15\%, 1) - 1,000(P/F, 15\%, 2) + 27,000(P/F, 15\%, 2)](A/P, 15\%, 2)$$

$$VAE_R = [-35,000 - 200(0.86957) - 1,000(0.75614) + 27,000(0.75614)](0.61512)$$

$$VAE_R = [-35,000 - 173.91 - 756.14 + 20,415.78](0.61512)$$

$$VAE_R = [-15,514.27](0.61512)$$

$$VAE_R = -9,543.14$$

Como los costos en valor absoluto, de $VAE_D = -7,060.50 < VAE_R = -9,543.14$, entonces transcurrido dos años a partir de hoy, no es pertinente realizar el reemplazo del equipo usado por el nuevo, debido que la máquina defensor tiene un menor costo anual equivalente.

El cálculo del VAE del año 4 se tiene:

DEFENSOR.

$$VAE_D = [-2,500 - 5,600(P/F, 15\%, 1) + 1,000(P/F, 15\%, 1)](A/P, 15\%, 1)$$

$$VAE_D = [-2,500 - 5,600(0.86957) + 1,000(0.86957)](1.15)$$

$$VAE_D = [-2,500 - 4,869.59 + 869.57](1.15)$$

$$VAE_D = [-6,500.02](1.15)$$

$$VAE_D = -7,475.02$$

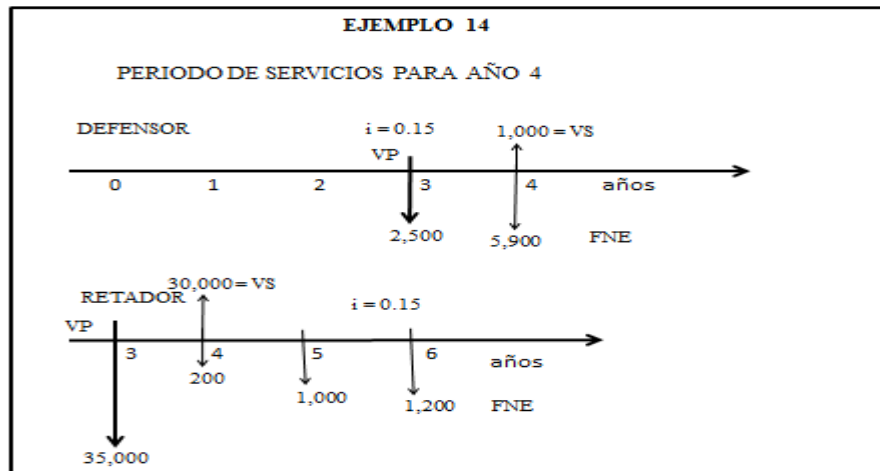


Figura 29. Flujo neto de efectivo de retador y defensor para máquinas de hilado con periodo de servicio de un año.

RETADOR.

$$VAE_R = [-35,000 - 200(P/F, 15\%, 1)30,000(P/F, 15\%, 1)](A/P, 15\%, 1)$$

$$VAE_R = [-35,000 - 200(0.86957) + 30,000(0.86957)](1.15)$$

$$VAE_R = [-35,000 - 173.91 + 26,087.10](1.15)$$

$$VAE_R = [-9,086.81](1.15)$$

$$VAE_R = -10,449.83$$

Como los costos en valor absoluto de $VAE_D = -7,475.02 < VAE_R = -10,449.83$, entonces transcurrido tres años a partir de hoy, no es pertinente realizar el reemplazo del equipo usado por el nuevo, debido que la máquina defensor tiene un menor costo anual equivalente.

CONCLUSIÓN

Recordando que el periodo de duración del proyecto es para cuatro años a partir de hoy, el método de evaluación muestra que el defensor durante este tiempo tendrá

costos inferiores al del retador; por consiguiente, no se debe considerar reemplazar la máquina defensor.

Sin embargo de lo anterior, es necesario se tenga en cuenta que para el año que sigue será necesario realizar un nuevo análisis de evaluación, por cuanto el precio cotizado para hoy del retador, luego de un año puede tener variaciones.

1.9.2.3 Cuando el defensor tiene más de un retador.

EJEMPLO 15

Una planta industrial, propiedad de una compañía textil de rápido crecimiento pero todavía pequeña, no es suficiente para las necesidades actuales. Una búsqueda para una planta más grande reveló que sólo dos alternativas proporcionan espacio adecuado, estacionamiento suficiente y la apariencia y ubicación deseadas. a) Una puede rentarse en \$144,000 al año, y b) la otra puede adquirirse en \$800,000, incluyendo el costo del terreno de \$150,000.

El periodo de estudio para la comparación es de 30 años, y la tasa de retorno de la inversión deseada antes de impuestos es 15%. Se cree que el valor del terreno no disminuirá durante el periodo de propiedad, pero el valor de una estructura se reducirá al 10% del valor actual (\$650,000 por adquisición y \$600,000 por remodelación) en 30 años. El impuesto sobre la propiedad es de 4% y va en aumento. Para la comparación, los pagos anuales de impuestos serán cerca de 5% del precio de compra.

La edificación de la planta industrial actual ya se pagó y ahora se evalúa en \$300,000. El terreno está valuado en \$60,000. Un ingeniero sugiere que se considere c) la remodelación de la estructura actual. El ingeniero estima que un gasto de \$300,000 proporcionaría el espacio suficiente y mejoraría la apariencia para compararla a las otras alternativas. Sin embargo, la remodelación ocupará parte del estacionamiento actual. Se puede arrendar un estacionamiento adyacente privado por 30 años con un contrato en el que la renta del primer año por \$9,000 aumente \$500 cada año.

Si los costos de mantenimiento son los mismos para las tres alternativas, ¿cuál se prefiere?

Solución.

La tabla 16 muestra un resumen de los datos y cálculos del problema para las tres alternativas.

Tabla 16.
Detalle de costos para alternativas de planta industrial textil.

DETALLE	RETADORES		DEFENSOR
	ALQUILER	ADQUISICIÓN	REMODELACIÓN
Terreno y edificio		800,000 ^a	660,000 ^b
Impuestos anuales		40,000 ^c	33,000 ^d
Arriendo anual	144,000		9,000 +500 por cada año adicional
Valor de salvamento		215,000 ^e	120,000 ^g
Vida del proyecto	30 años	30 años	30 años
TMAR	15%		

^a $\text{Terreno} + \text{planta industrial} = 150,000 + 650,000 = 800,000$

^b $\text{Terreno} + \text{planta industrial} + \text{remodelación} = 60,000 + 300,000 + 300,000 = 660,000$.

^c $\% \text{ de impuestos} * (\text{Terreno} + \text{planta industrial}) = 0.05 * 800,000 = 40,000$

^d $\% \text{ de impuestos} * (\text{Terreno} + \text{planta industrial remodelada}) = 0.05 * 660,000 = 33,000$

^e $\text{Terreno} + \% \text{ VS planta industrial} = 150,000 + 0.10 * 650,000 = 215,000$

^g $\text{Terreno} + \% \text{ VS planta industrial} = 60,000 + 0.10 * 600,000 = 120,000$

Se ha enunciado que el *VPN*, *VFN*, *VAE* y *TIR* llevan a la misma decisión; en el presente ejemplo se probará dos de las cuatro enunciadas (*VPN* y *VAE*) en razón que es un problema de costos y su significación es muy evidente.

a. Alternativa alquiler.

La figura 30 muestra el flujo neto de efectivo de la alternativa la cual servirá para el cálculo de *VPN* y *VAE*.

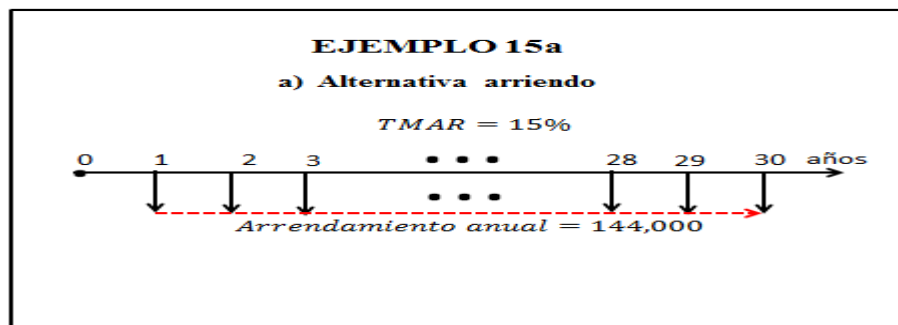


Figura 30. Flujo neto de efectivo para alternativa arriendo de planta industrial (retador).

Valor presente neto.

$$VPN_a = -A(P/A, i\%, n)$$

$$VPN_a = -144,000(P/A, 15\%, 30)$$

$$VPN_a = -144,000(6.56598)$$

$$VPN_a = -945,501.12$$

Valor anual equivalente.

$$VAE_a = -A$$

$$VAE_a = -144,000$$

b. Alternativa adquisición.

La figura 31 muestra el flujo neto de efectivo de la alternativa la cual servirá para el cálculo de VPN y VAE .

Valor presente neto.

$$VPN_b = -P - A(P/A, i\%, n) + F(P/F, i\%, n)$$

$$VPN_b =$$

$$-800,000 - 40,000(P/A, 15\%, 30) + 215,000(P/F, 15\%, 30)$$

$$VPN_b = -800,000 - 40,000(6.56598) + 215,000(0.01510)$$

$$VPN_b = -800,000 - 262,639.2 + 3,246.50$$

$$VPN_b = -1,065,885.70$$

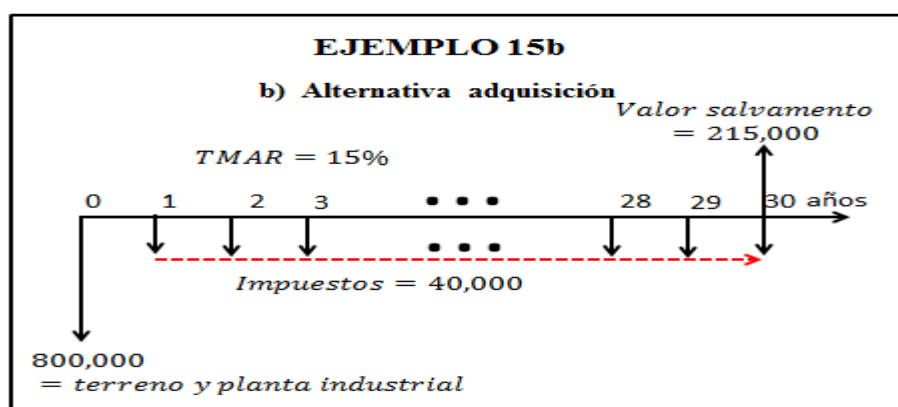


Figura 31. Flujo neto de efectivo para alternativa adquisición de planta industrial (retador).

Valor anual equivalente.

$$\begin{aligned}
VAE_b &= -P(A/P, i\%, n) - 40,000 + F(A/F, i\%, n) \\
VAE_b &= -800,000(A/P, 15\%, 30) - 40,000 + 215,000(A/F, 15\%, 30) \\
VAE_b &= -800,000(0.15230) - 40,000 + 215,000(0.00230) \\
VAE_b &= -121,840 - 40,000 + 494.50 \\
VAE_b &= -161,345.50
\end{aligned}$$

c. Alternativa remodelar.

La figura 32 muestra el flujo neto de efectivo de la alternativa la cual servirá para el cálculo de VPN y VAE .

Valor presente neto.

$$\begin{aligned}
VPN_c &= -P - A(P/A, i\%, n) + F(P/F, i\%, n) \\
VPN_c &= -660,000 - 33,000(P/A, 15\%, 30) - 9,000(P/A, 15\%, 30) - \\
&\quad 500(P/G, 15\%, 30) + 120,000(P/F, 15\%, 30) \\
VPN_c &= -660,000 - 33,000(6.56598) - 9,000(6.56598) \\
&\quad - 500(40.75259) + 120,000(0.01510) \\
VPN_c &= -660,000 - 216,677.34 - 59,093.82 - 20,376.30 - 1,812 \\
VPN_c &= -954,335.46
\end{aligned}$$

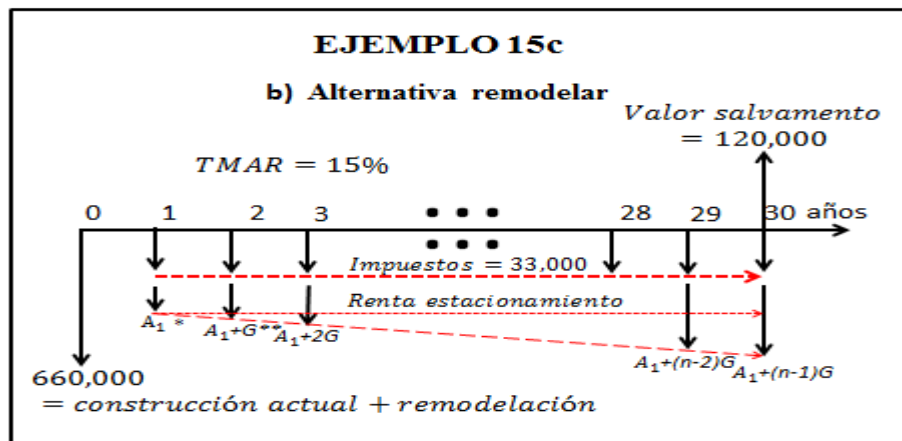


Figura 32. Flujo neto de efectivo para alternativa adquisición de planta industrial (retador).

Valor anual equivalente.

$$\begin{aligned}
VAE_c &= -P(A/P, i\%, n) - A - A_1 - G(P/G, i\%, n)(A/P, i\%, n) \\
&\quad + F(A/F, i\%, n)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
VAE_c &= -660,000(A/P, 15\%, 30) - 33,000 - 9,000 \\
&\quad - 500(P/G, 15\%, 30)(A/P, 15\%, 30) \\
&\quad + 120,000(A/F, 15\%, 30) \\
VAE_c &= -100,518 - 33,000 - 9,000 - 3,103.31 + 276 \\
VAE_c &= -145,345.31
\end{aligned}$$

Tabla 17.
Detalle de VPN y VAE alternativas.

DETALLE	<i>VPN</i>	<i>VAE</i>
a. Alternativa alquiler	-945,501.12	-144,000.00
b. Alternativa adquisición	-1,065,885.70	-161,345.50
c. Alternativa remodelar	-954,335.46	-145,345.31

Por consiguiente, como el valor presente neto en valor absoluto es $-945,501.12 < -954,335.46 < -1,065,885.70$; esto es, alquiler < remodelar < adquisición, la alternativa más económica es alquilar. Del mismo modo, con el valor anual equivalente en valor absoluto se llega a la misma decisión por cuanto, $-144,000.00 < -145,345.31 < -161,345.50$; nuevamente, alquiler < remodelar < adquisición.

CAPÍTULO II.

2 LA PROVINCIA DE PICHINCHA Y LA INDUSTRIA TEXTIL.

2.1 La provincia de Pichincha.

2.1.1 Distribución geográfica y poblacional.

Ecuador cuenta con cuatro regiones naturales denominadas costa, sierra, oriente e insular; estas regiones contienen 24 provincias las cuales abarcan una población, según el censo de noviembre del 2010 reportado por el INEC de 14,483,499 habitantes.



Figura 33. Distribución geográfica del Ecuador.
Fuente: Noticias de Ecuador. Mapa de las provincias de Ecuador.

La provincia de Pichincha se encuentra en la sierra norte del Ecuador, se encuentra limitada por las siguientes provincias: al norte por Imbabura, al este por Sucumbíos y Napo, al sur por Cotopaxi y Santo Domingo de los Tsáchilas y al oeste por Esmeraldas.

La provincia de Pichincha se encuentra distribuido en con ocho cantones y son: Puerto Quito, Pedro Vicente Maldonado, Quito, Pedro Moncayo, Cayambe, Rumiñahui y Mejía. De acuerdo a la información del INEC, su población según el censo de noviembre del 2010 es de 2,576,287 habitantes distribuidos por 1,320,576 mujeres y 1,255,711 hombres.

La figura 34 evidencia la distribución geográfica de la provincia de Pichincha y la tabla 18 muestra la distribución de la población por cantones.



Figura 34. Distribución geográfica de la provincia de Pichincha.
Fuente: Cantones de Pichincha 2011.

Tabla 18.
Distribución de la población por cantón y género.

CANTÓN	MUJERES	HOMBRES	TOTAL	% DE POBLACIÓN
Cayambe	43,828	41,967	85,795	3.33
Mejía	41,552	39,783	81,335	3.16
Pedro Moncayo	16,861	16,311	33,172	1.29
Pedro Vicente Maldonado	6,189	6,735	12,924	0.50
Puerto Quito	9,671	10,774	20,445	0.79
Quito	1,150,380	1,088,811	2,239,191	86.92
Rumiñahui	43,935	41,917	85,852	3.33
San Miguel de los Bancos	8,160	9,413	17,573	0.68
TOTAL	1,320,576	1,255,711	2,576,287	100.00

Fuente: Población del Ecuador. Eruditos Wiki.

2.1.2 El Producto Interno Bruto (PIB) de la provincia de Pichincha.

El producto interno bruto (PIB) es el valor de todos los bienes y servicios finales producidos dentro de una nación en un año determinado. La tabla 19 muestra las cifras del PIB por años.

Tabla 19.

Evolución del producto interno bruto del Ecuador por años (miles de millones \$).

Año	PIB Dólares (*)
2000	18,318.60
2001	24,468.30
2002	28,548.90
2003	32,432.90
2004	36,591.70
2005	41,507.10
2006	46,802.00
2007	51,007.80
2008	61,762.60
2009	62,519.70
2010	67,812.30
2011	77,813.60
2012	84,682.30

*PIB nominal.

Fuente: Banco Central del Ecuador

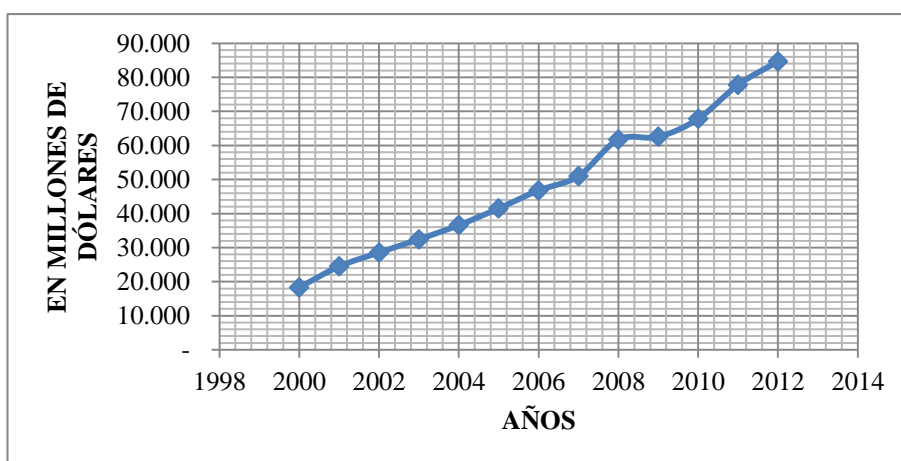


Figura 35. Evolución del Producto Interno Bruto por años (miles de millones de dólares).

Fuente: Banco Central del Ecuador.

El PIB para el 2012 correspondió a 84,682.30 millones de dólares, del cual la industria manufacturera obtuvo una participación con 10,213.16 millones de dólares.

El PIB de la manufactura ha tenido un crecimiento medio del 5% a partir del año 2005, exceptuando al año 2009 que tuvo un decrecimiento de 1.5.

Según la página web forosdelecuador.com, el PIB de Pichincha para el 2012 ocupa el segundo lugar en el país, con el 28,237.2 (en millones de dólares), solo después de Guayas con 34,113.6 (en millones de dólares). Sin embargo, de acuerdo a estadísticas del Banco Central del Ecuador, el valor agregado bruto de fabricación de productos textiles, prendas de vestir; fabricación de cuero y artículos de cuero para la provincia de Pichincha le corresponde el 46.64%, ocupando el primer lugar, seguido de Tungurahua con el 22.74%.

2.1.3 La manufactura en la economía de la provincia de Pichincha.

El censo nacional económico realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) divide a la economía del país en tres grandes sectores, estos son: Comercio con una participación de 68%, los servicios con el 9% y la manufactura con el 23%. La manufactura a nivel nacional cuenta con 11,006 establecimientos, de los cuales el 74.2% corresponde a la fabricación de prendas de vestir, prendas de piel; el 8.2%, 8.2% en la fabricación de calzado y el 9.5% en otras actividades de la manufactura.

La manufactura ocupa el 48% del personal ocupado en hombres y el 35% del ocupado en mujeres. La actividad textil se encuentra involucrada de manera directa en el sector manufacturero y de forma indirecta en el comercio y servicio, lo cual hace que la cadena de valor se incremente y su aporte económico y social sea importante para el desarrollo de un país o región.

De los registros encontrados en la Superintendencia de Compañías, la cantidad de empresas dedicadas a la actividad textil en la provincia de Pichincha son de 147 en fabricación de producción de textiles, 123 en la fabricación de prendas de vestir y 36 en la fabricación de cueros y productos conexos. La tabla 20 muestra la distribución de las empresas de textiles por cantones de la provincia de Pichincha.

Tabla 20.

Distribución de las empresas de textiles por cantones de la provincia de Pichincha.

CANTÓN	EMPRESAS DE TEXTILES
Cayambe	1
Mejía	2
Pedro Moncayo	0
Pedro Vicente Maldonado	0
Puerto Quito	0
Quito	293
Rumiñahui	10
San Miguel de los Bancos	0
TOTAL	306

Fuente: Superintendencia de Bancos y Seguros

La actividad textil de la provincia de Pichincha tiene una clara concentración en el cantón Quito. Sin embargo, es necesario aclarar que en casi su totalidad de empresas se encuentra a lo largo de las parroquias urbanas, aunque una cantidad representativa se encuentran en las parroquias rurales cercanas a la ciudad de Quito, tales como Calderón, Pomasqui, San Antonio de Pichincha, Cumbayá, Tumbaco y Conocoto. La figura 36 muestra la distribución de las parroquias urbanas y la tabla 21 identifica el nombre de la parroquia.

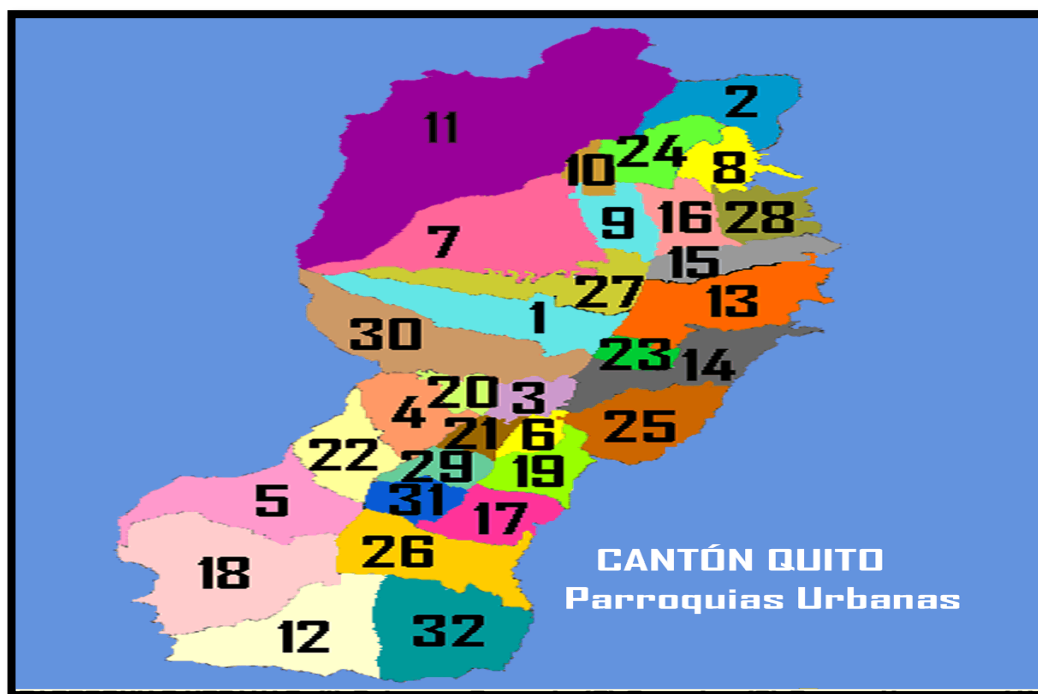


Figura 36. Mapa de las parroquias urbanas de la ciudad de Quito.

Fuente: Ver mapa completo de las parroquias urbanas de la ciudad de Quito.

Tabla 21.

Detalle de parroquias urbanas de la ciudad de Quito según mapa.

No.	PARROQUIA	No.	PARROQUIA	No.	PARROQUIA	No.	PARROQUIA
1	Belisario Quevedo	9	La Concepción	17	La Argelia	25	Puengasí
2	Carcelén	10	Cotacollao	18	La Ecuatoriana	26	Quitumbe
3	Centro Histórico	11	El Condado	19	La Ferroviaria	27	Rumipamba
4	Chilibulo	12	Guamaní	20	La Libertad	28	San Isidro del Inca
5	Chillogallo	13	Iñaquito	21	La Magdalena	29	San Bartolo
6	Chimbacalle	14	Itchimbía	22	La Mena	30	San Juan
7	Cochapamba	15	Jipijapa	23	Mariscal Sucre	31	Solanda
8	Comité del Pueblo	16	Kennedy	24	Ponceano	32	Turubamba

Fuente: Ver mapa completo de las parroquias urbanas de la ciudad de Quito.

La figura 37 muestra la distribución de las parroquias rurales del cantón Quito y el territorio que comprende las parroquias urbanas.

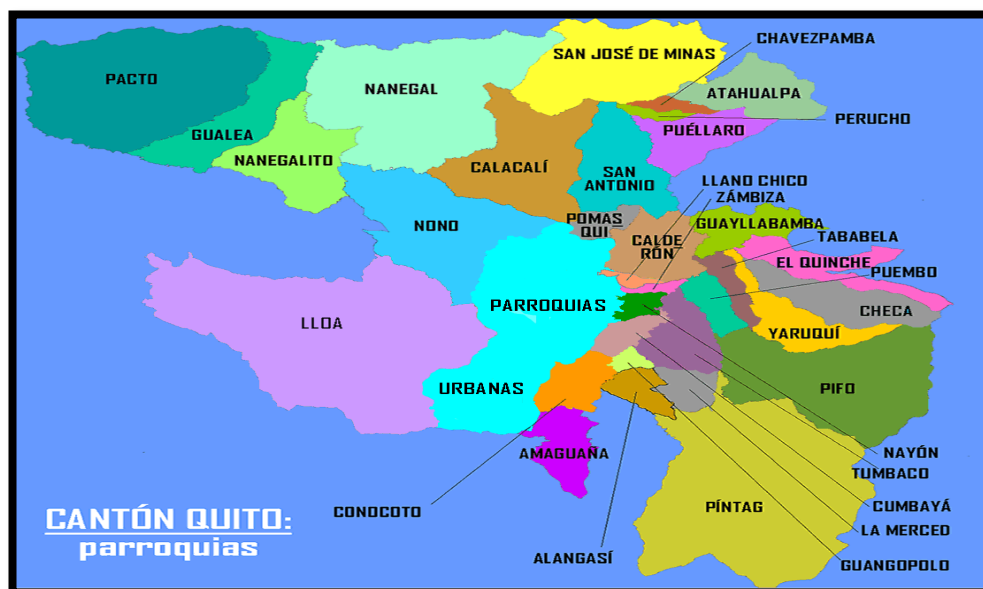


Figura 37. Parroquias Rurales de Quito.

Fuente: Parroquias Rurales de Quito.

2.2 La industria.

2.2.1 Definición.

Robertson, D, señala que “industria” es una palabra elástica, capaz de varias amplitudes de significado; en esta base señala que la industria se usa para cubrir toda una serie de procesos por los cuales el hombre extrae de la tierra las cosas deseables, las adapta y las transforma, las lleva de un lugar a otro, las almacena durante algún

tiempo y las pone en manos de aquellos que están dispuestos a pagar por ellas. Pero en ocasiones será conveniente usar la palabra en su sentido estrecho y desarrollar la discusión y análisis con referencia, solamente, a la segunda de las etapas, llamada comúnmente manufactura, ya que es allí donde a menudo los rasgos distintivos del sistema industrial moderno se revelan del modo más claro (Robertson, 1991, pág. 9).

La industria tiene tres problemas centrales:

1. El de la producción, que consiste en la transformación de factores productivos en bienes o servicios. En la actualidad y específicamente en la actividad textil la transformación se hace mediante el uso de una tecnología para aprovechar los beneficios de la producción en serie y las economías de escala.

Los elementos a considerar en el proceso de producción es:

- a. Los factores productivos de los que debe disponer la empresa para poder llevar a cabo su actividad.
 - b. La tecnología, entendida en la forma de combinar los medios humanos y materiales para elaborar bienes semi terminados o totalmente acabados.
 - c. Los bienes que la empresa produce, los cuales pueden ser finales (destinados al consumo inmediato) o de capital (destinados a ser utilizados para producir otros bienes) (Desconocido, s.f.).
2. El de la distribución, que consiste en la necesidad de comercializar los bienes entre las distintas empresas e individuos. La distribución es el puente entre la producción y el consumo de bienes. La distribución puede tener a cargo la misma empresa productora o encargar esta actividad a empresas especializadas. La distribución de los bienes debe estar en el lugar y el momento adecuado para ser adquiridos por los consumidores.
3. El de la dirección y control, en la que el productor tiene que establecer e implantar un sistema de control de producción en fábrica. Este control se define como un control interno continuo efectuado por el mismo fabricante, quién deberá documentar sistemáticamente en forma de medidas y de

procedimientos escritos los elementos del sistema y las medidas adoptadas para el control de la producción. Este control de producción asegura que los bienes se obtengan de conformidad con las especificaciones de cada proceso y para cada bien fabricado. El control de producción debe reunir las siguientes condiciones: Garantizar el aseguramiento de la calidad, permitir comprobar que se han conseguido las características requeridas para el producto y permitir comprobar la eficacia del sistema del control de producción.

2.2.2 Clasificación de las industrias.

Por el sector económico las industrias se dividen en tres grandes sectores.

- a. Industrias extractivas. Son empresas que realizan actividades encaminadas a la obtención de recursos materiales directamente de la superficie terrestre o de subsuelo. Dichos recurso pueden ser renovables o no renovables. Dentro de estas empresas se encuentran las industrias forestales, petroleras y mineras. Estas industrias se crean para desarrollar actividades encaminadas a obtener materiales directamente de la superficie terrestre o subsuelos (Jiménez & Espinoza, 2006)
- b. Industrias manufactureras o de transformación. Dirigen sus actividades a la modificación de las características de la materia prima, mediante mezcla, cambio o yuxtaposición, a fin de obtener un producto susceptible de venderse para satisfacer una necesidad específica. Dentro de este tipo de empresas se puede citar: fábrica de muebles, industria textil, fábrica de automóviles, fábrica de artículos electrónicos, entre otras. A este tipo de industrias también se las conoce como de transformación o producción, debido a que se transforma la materia prima en su estado original o ya modificada, mediante procesos productivos en productos semi - terminados o totalmente acabados (Jiménez & Espinoza, 2006).
- c. Industrias de servicios. Son aquellas actividades económicas, cuya finalidad no es producir bienes, sino prestar servicios al consumidor, o a los

productores del sector primario o secundario a los que organiza y facilita la actividad. Por consiguiente los servicios engloban actividades diversas, en el que cabe cualquier acción pública o privada que no sea producir objetos físicos; sino que creen valor a partir de elementos intangibles. Así estas actividades pueden ser educación, o la sanidad, turismo, transporte o comercio, cuya actividad se basa en el servicio al ciudadano o cliente (Buzo, s/f). Los servicios tienen características como: perecederos, ya que no pueden ser almacenados; va unida la producción del servicio y el consumo del mismo; intangible; entre otros.

2.2.3 Funcionamiento de las empresas manufactureras.

Las empresas manufactureras convierten la materia prima en productos terminados y por lo general utilizan cuatro cuentas las cuales las conforman: almacén de materiales directos, suministros de fábrica, producción en proceso y almacén de artículos terminados (Cohuo, s/f).

- Los materiales directos o conocidos también como materia prima, son los insumos necesarios que serán transformados en productos semi terminados o totalmente acabados mediante el uso de la mano de obra y los costos indirectos de fabricación. Por ejemplo la tela, puede considerarse un producto semi terminado o materia prima cuando se transformada en vestido, y este último, es un bien totalmente terminado (Grados, 2009).
- Los suministros de fábrica están constituidos por aquellos bienes y servicios utilizados en la producción que no están clasificados como materiales directos o mano de obra directa. Los costos indirectos de fabricación vienen siendo los materiales indirectos, los suministros y la mano de obra indirecta, el costo de mantenimiento, el alquiler de los edificios, los servicios públicos, los servicios de reparación, los costos relacionados con la depreciación de los equipos y otros gastos de fabricación similares.
- La producción en proceso, es la relación de existencias de materias primas que se encuentran en cualquier etapa de transformación para la elaboración de un bien o producto, el cual no puede considerarse aún como terminado (Logística empresarial, s/f). Además estará presente en parte y/o toda la

intervención de la mano de obra y de costos indirectos de fabricación. Por consiguiente, su cuantificación se hace por la cantidad de materiales, mano de obra y costos de fabricación, aplicables a la fecha de cierre.

- Almacén de artículos terminados, es el lugar en el que se almacena la producción de bienes cuya elaboración ha sido completamente finalizada, ha pasado los correspondientes controles de calidad, técnicos y ha sido entregada al almacén de la empresa.

2.3 La industria textil

La industria textil se desarrolló desde ser una artesanía en la antigüedad y edad media, hasta alcanzar un desarrollo significativo con la revolución industrial en los siglos XVIII y XIX, y posteriormente, cuando se trataba de mecanizarlo todo con producción masiva en el siglo XX con su adelanto científico y tecnológico. En el siglo XX se desarrollaron fibras artificiales y se crearon hilos con textura modificada. Se desarrollaron nuevos métodos de fabricación de telas y se incrementó la producción de tejidos de punto. Las fibras artificiales y el planchado permanente han hecho que casi todos los vestidos sean de "cuidado fácil". Los nuevos adelantos en textiles también crearon algunos problemas a los consumidores, en particular en la selección de textiles para vestidos y usos domésticos (Hollen, Saddler, & Langford, 1993).

La revolución industrial comprende el periodo entre la mitad del siglo XVIII e inicios del XIX. En Estados Unidos de América, Gran Bretaña y el resto de Europa Continental se da un conjunto de transformaciones en las que las diversas actividades artesanales son reemplazadas por la industria y la manufactura; dentro de ellas aparece la industria textil la cual jugó un papel importante como medio para la industrialización. La transformación de la actividad artesanal en industria estuvo apoyada con la invención de fuentes de energía masiva movidas por corrientes de agua y las máquinas a vapor, el desarrollo de las comunicaciones, la liberalización de los mercados, el desarrollo de la tecnología. La industria textil algodonera fue el sector líder de la industrialización y la base de la acumulación de capital que abrirá paso, en una segunda fase, a la siderurgia y al ferrocarril (Wikipedia, 2011).

La creación de las fábricas fueron acompañadas por un incremento en el uso de capital al incorporar máquinas, los nuevos estilos de producción, el cambio de organización, así como una nueva división del trabajo y su consecuente aumento de la productividad; los costos sufrieron un descenso significativo, lo cual llevó también a una disminución en los precios. El surgimiento de la industria textil, el apareamiento de nuevas fibras que sirven de materias primas, han llevado a desarrollar una variedad de procesos productivos y a una gran diversidad de tipos de tejidos. (Desconocido, s.f.).

2.3.1 La industria textil en el Ecuador.

“Los inicios de la industria textil ecuatoriana se remontan a la época de la colonia, cuando la lana de oveja era utilizada en los obrajes donde se fabricaban los tejidos. Dichos obrajes y batanes se ubicaban en la gran área industrial de la época colonial, la cual no era solamente Quito sino todo el callejón interandino” (Nacimba, 2010).

En la actualidad (2013) la industria textil ecuatoriana según información digital de la Superintendencia de Compañías, reporta que el número de empresas textiles ubicadas en los Subsectores: fabricación de productos textiles y fabricación de prendas de vestir; las provincias que concentran el mayor número de empresas textiles, se muestran en la tabla 22.

Tabla 22.
Número de empresas por provincia y actividad textil.

PROVINCIA	PRODUCTOS TEXTILES	PRENDAS DE VESTIR	TOTAL
Pichincha	147	123	280
Guayas	69	104	173
Azuay	6	29	35
Imbabura	6	29	35
Tungurahua	12	12	24

Fuente: Superintendencia de Compañías.

Las actividades inmersas en los subsectores económicos: productos textiles y prendas de vestir determinadas por el Clasificador Internacional Industrial Único (CIIU) se muestra en la tabla 23.

Tabla 23.
Actividades del subsector productos textiles según CIU.

SUBSECTOR	ACTIVIDAD
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES.	<p>C1311.01 Actividades de operaciones preparatorias de fibras textiles: devenado y lavado de seda, desengrase.</p> <p>C1311.02 Hilatura y fabricación de hilados e hilos para tejedura o costura para el comercio o procesamiento C1311.03 Fabricación de hilados de papel.</p> <p>C1312.01 Fabricación de tejidos (telas) anchos de algodón, lana, lana peinada o seda.</p> <p>C1312.02 Fabricación de tejidos (telas) aterciopelados y felpilla, tejidos de rizo, tejidos de gasa, etc.</p> <p>C1312.05 Fabricación de tejidos(telas) que imitan las pieles finas</p> <p>C1312.09 Fabricación de otros tejidos (telas) anchos de lino, remio, cáñamo, yute y fibras blandas y de hilado</p> <p>C1313.01 Servicio de blanqueo y teñido de fibras, hilados, tejidos (telas) y artículos textiles.</p> <p>C1313.02 Servicio de apresto, calandrado, secado, vaporizado, encogimiento, perchado, remallado, sanforizado, etc.</p> <p>C1313.04 Servicio de estampado serigráfico de productos textiles y prendas de vestir, realizado por terceros.</p> <p>C1391.01 Fabricación de tejidos (telas) aterciopeladas y de rizo de punto o ganchillo.</p> <p>C1392.01 Fabricación de artículos confeccionados con cualquier tipo de material textil, incluido tejidos (telas)</p> <p>C1392.02 Fabricación de accesorios confeccionados para el hogar, cortinas, cenefas y visillos.</p> <p>C1392.03 Fabricación de artículos de lona o encerados: tiendas de campaña, artículos de campaña, velas y toldos.</p> <p>C1392.06 Fabricación de banderas, gallardetes, estandartes, etc.</p> <p>C1392.07 Fabricación de fundas (forros) o cobertores de asientos para automóviles, fundas para maquinaria.</p> <p>C1392.09 Fabricación de otros artículos confeccionados con textiles: paños para desempolvar, paños de cocina.</p> <p>C1393.01 Fabricación de cubrimientos para pisos de materiales textiles: tapices, alfombras, esteras, recuadros.</p> <p>C1394.01 Fabricación de cuerdas, cordeles, bramantes e hilos de fibras textiles o de cintas o similares.</p> <p>C1399.01 Fabricación de tejidos (telas) estrechos, incluidos los de urdimbre sin trama.</p> <p>C1399.02 Fabricación de tejidos (telas) impregnados, revestidos, recubiertos o laminados con plástico.</p> <p>C1399.03 Fabricación de hilados metalizados e hilados entorchados; hilos y cuerdas de caucho.</p> <p>C1399.06 Fabricación de artículos textiles diversos: mechas de materiales textiles, camisas para mecheros de</p>
FABRICACIÓN DE PRENDAS DE VESTIR	<p>C1410.01 Fabricación de prendas de vestir de cuero o cuero regenerado, incluidos accesorios de trabajo de cuero.</p> <p>C1410.02 Fabricación de prendas de vestir de telas tejidas, de punto y ganchillo, de telas no tejidas.</p> <p>C1410.03 Fabricación de ropa interior y ropa de dormir de telas tejidas, de punto y ganchillo, de encaje, etc.</p> <p>C1410.04 Actividades de confección a la medida de prendas de vestir (costureras, sastres).</p> <p>C1410.09 Fabricación de otros accesorios de vestir: gorros y sombreros (incluidos los de piel y paja toquilla).</p> <p>C1430.01 Fabricación de artículos de confección de punto de punto y ganchillo: jersey, suéteres, chalecos, camisetas, etc.</p> <p>C1430.02 Fabricación de medias, incluidos calcetines, leotardos y pantimedias.</p>

Fuente: Superintendencia de Compañías.

2.4 La transformación de las materias primas.

Sánchez Yván (2009) en su trabajo de grado, señala que la actividad textil, es uno de los sectores de gran importancia ya que contribuye a satisfacer una de las más elementales necesidades de la humanidad y de sus posesiones como es la del vestido; además, la cadena de transformación que presenta es extensa en razón que se origina con materias primas naturales y/o no naturales, más diversos procesos de manufactura como la preparación de las fibras, la hilandería, tejeduría, tintorería y confección; lo que da como consecuencia un alto uso de mano de obra que ayuda al desarrollo de la economía nacional. Por consiguiente, la industria textil y de confecciones, genera demanda a otros sectores como: el agrícola por el cultivo de algodón; el ganadero para la obtención de pelos finos y lanas; la industria de plásticos para los botones, cierres y otros; la industria química por la utilización de insumos, etc.

2.5 El proceso productivo textil y de confecciones.

El proceso usual de producción de telas y confecciones de acuerdo a la variedad de la tela y materia prima, el tipo y número de procesos implicados varía; sin embargo de ello y para fines didácticos, se puede considerar las siguientes fases: Producción de fibras naturales y no naturales, procesado de las fibras, fabricación de hilos a partir de las fibras (hilado), fabricación de los textiles (tejido), tintorería y confección (Adams, s/f) . El desarrollo sucinto de estas fases se aprecia en la figura 40.

2.5.1 Producción de fibras naturales y no naturales.

Adams (s/f) clasifica a las fibras en dos clases:

1. Las fibras naturales clasificadas por su origen son:
 - De origen animal, de las que se obtiene la lana y la seda natural. La lana se obtiene de la oveja, cabra de angora, alpaca, camello, llama, guanaco y vicuña; la seda se obtiene del gusano de seda.

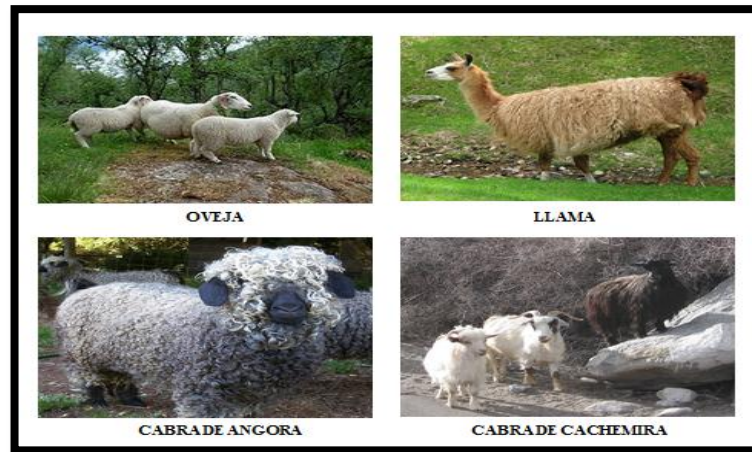


Figura 38. Animales de los que se obtiene la materia prima lana.
Fuente: Wikipedia.

- De origen vegetal, se encuentran en la *fibra de semilla*, como el algodón, esta planta produce un fruto que contiene una serie de semillas, pegados a estas se encuentran los pelos o fibras de semilla; las *fibras de tallo*, se encuentra entre el leño y la corteza, los vegetales son el lino, yute y ramio; *fibras de hoja*, el tamaño de la hoja es largo y se obtiene la fibra quitando la pulpa, se obtiene del sisal (agave), manila (abacá); y, fibras de fruto que se obtiene del revestimiento del coco.



Figura 39. Planta que contiene fibra de semilla denominada algodón.
Fuente: Wikipedia.

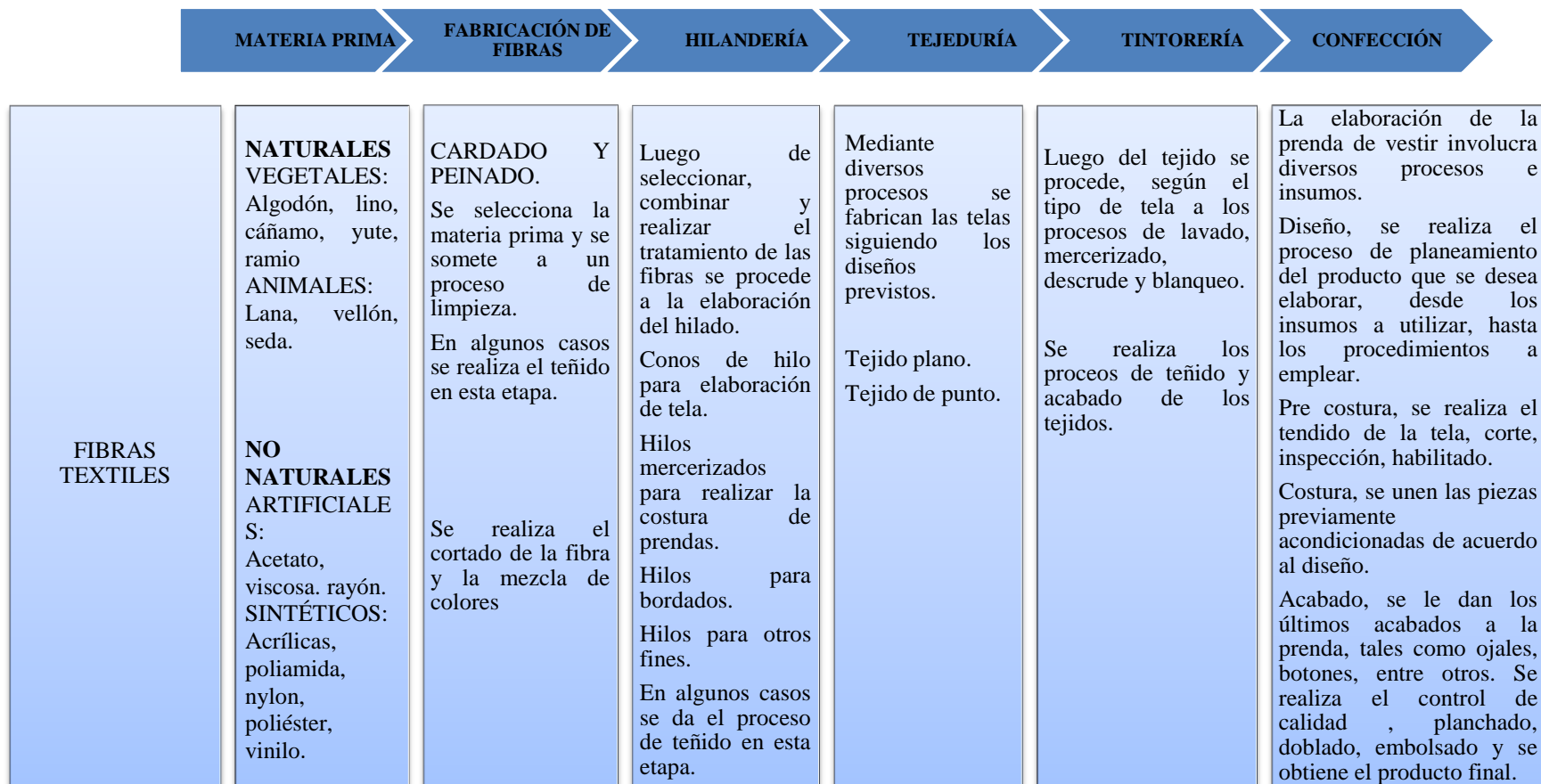


Figura 40. Proceso productivo en la industria textil y confecciones.
Fuente: (Sánchez, 2009)



Figura 41. Plantas que contienen fibras de tallo y hoja.
Fuente: Wikipedia.

- De origen mineral, se obtiene del asbesto o amianto, que es una roca formada por un silicato de calcio y magnesio (prohibido debido a las propiedades carcinogénicas de sus fibras).
2. Las fibras no naturales se clasifican en fibras celulósicas, sintéticas, fibras proteínicas y minerales. La sub clasificación de estas fibras se desarrolla a continuación:
- Fibras celulósicas, están comprendidas por el rayón y acetato.
 - Fibras sintéticas, son obtenidas empleando materias primas como el carbón, agua, aire, petróleo y caliza. De estas materias primas se pueden obtener fibras como el nylon, vinyón, orlón, acrilán y dacrón.
 - Fibras proteínicas, se obtiene utilizando algunas proteínas de origen animal o vegetal como materia prima para obtener fibra sintética. Estas materias primas pueden obtenerse de la soya, maíz, maní, etc.
 - Fibras minerales, como las de fibra de vidrio. Son preferidas en el campo militar dadas sus propiedades de incombustibilidad, usadas además para telas de filtro y como aislante de electricidad. Además el oro y la plata pueden ser convertidos en hilos continuos que son utilizados en la

fabricación de tejidos para el culto religioso y trajes regionales o de toreros.

2.5.2 Preparación de las fibras.

Sánchez (2009) señala que el proceso de preparación de fibras, difieren de una fábrica a otra, según el tipo de fibra empleada, la clase de hilado, la tela a producir y la clase de maquinaria disponible. Las actividades que a continuación se ilustran se encuentran especialmente en las fibras naturales. El proceso de preparación del algodón es representativo para el resto de fibras.

Hollen, Saddler & Langford (1993) resumen la preparación del algodón en las siguientes actividades:

- Abertura, consiste en separar, limpiar y mezclar las fibras; generalmente las fibras se encuentran comprimidas en pacas y usualmente el nivel de basura y suciedad es variado. Las fibras limpias y sueltas se introducen en forma de tela a la unidad de cardado.
- Cardado, consiste en enderezar parcialmente las fibras y se forma con ellas una trama delgada que se unen en una cuerda suave conocida como mecha o cinta cardada.
- Estirado, aumenta el paralelismo de las fibras y combina varias mechas de carda en una cinta de manuar⁷. Esta es una operación de mezclado que contribuye a dar mayor uniformidad al hilo.
- Peinado, Si van a hilarse fibras largas al cardado y al estirado le seguirá el peinado; el objetivo es colocar las fibras en posición paralela y eliminar cualesquier fibra corta del resto, de manera que las fibras peinadas tendrán una longitud uniforme.
- Trenzado, el paso por la mechera o trenzado reduce el diámetro de la cinta o mecha de manuar, aumenta el paralelismo de las fibras y proporciona torsión. El producto se llama mecha de primera torsión. Es un cabo suave de fibras torcidas, con el diámetro aproximado de un lápiz. Aún pueden aplicarse

⁷ Es una cinta que sale de una máquina llamade manuar.

operaciones adicionales de trenzado que reducen más el diámetro de la mecha de primera torsión.

2.5.3 Fabricación de hilos a partir de las fibras (hilado).

Sánchez (2009) señala que la mecha es reducida (cardada o peinada) al grado de finura conveniente, dándole la tensión y la torsión necesarias para una resistencia y finura específicas. El hilo se enrolla bajo diferentes formas, carretes o bobinas cilíndricas o cónicas, los que pueden ser teñidos o enviados directamente al sector de tejeduría. Estas actividades forman parte de la industria textil propiamente dicha.

El teñido de hilado, dependiendo de las necesidades, son enrollados en carretes o bobinas los cuales se someten a un tratamiento con soluciones de soda o sosa cáustica y detergentes en máquinas a presión (descrude), que eliminan las impurezas del algodón (ceras, pectinas, etc.). Dependiendo del tipo de producto final deseado, las bobinas, después de ser enjuagadas, son teñidas utilizando diferentes colorantes y auxiliares. El hilado teñido, va directamente al proceso de tejido. En el caso de tejidos planos, aquel que se emplea como urdimbre (alineado en paralelo de hilos en una bobina) debe ser engomado previamente.

2.5.4 Fabricación de los textiles (tejido).

Sánchez (2009) explica también que este proceso consiste en enlazar los hilos de la urdimbre y tramarlos con otros en una tela. Los hilos pueden tejerse en telares lanzadera (tejido plano) o en máquinas circulares (tejido de punto). En el caso de los planos, luego del tejido pasan por un proceso de quemado que elimina las cascarillas y pelusas, resultando un tejido de espesor uniforme. Posteriormente, se realiza la limpieza de la tela y se le da un acabado básico, que generalmente incluye el mercerizado (estiramiento del hilado o tejido bajo tensión para darle resistencia, lustre y afinidad de los colorantes) y el descrude (remueve impurezas adheridas a las fibras). Esta etapa es la denominada actividad de tejido, también forma parte de la industria textil propiamente dicha.

2.5.5 La actividad de teñido/acabado o tintorería.

Sánchez (2009) manifiesta que mediante el proceso de blanqueo se remueve el color indeseado de algunas fibras a efectos de prepararlas para la etapa de teñido. Algunas fibras sintéticas, por ejemplo, tienen un colorante especial con el fin de diferenciarlas de otras durante el proceso de tejido. Este colorante es eliminado a través del blanqueo.

Teñido de la tela involucra gran variedad de colorantes y agentes auxiliares de teñido. Son tres los principales factores del teñido: las fibras, el colorante y el medio que las pone en contacto, que es usualmente agua. La calidad de la tintura depende del equipamiento empleado, la fórmula específica, los tintes y auxiliares de tintes que proveen el medio químico para su difusión y fijación sobre la tinta.

Acabado final incluye una serie de operaciones químicas y mecánicas a las que se someten los hilados y tejidos planos y de punto con el fin de darles las especificaciones finales deseadas.

2.5.6 Actividad de Confección.

Esta actividad es el último paso del proceso textil. La elaboración de la prenda de vestir involucra diversos procesos e insumos, tales como:

- Diseño, se realiza el proceso de planeamiento del producto que se desea elaborar, desde los insumos a utilizar, hasta los procedimientos a emplear.
- Pre costura, se realiza el tendido de la tela, corte, inspección, habilitado.
- Costura, se unen las piezas previamente acondicionadas de acuerdo al diseño.
- Acabado, se le dan los últimos acabados a la prenda, tales como ojales, botones, entre otros.
- Se realiza el control de calidad, planchado, doblado, embolsado y se obtiene el producto final.

En resumen, en la actividad textil se puede apreciar una larga cadena productiva, la cual involucra a los sectores: agrícola, ganadero, minera, química, etc. Buena parte de todo el proceso productivo se lo realiza con la utilización de mano de obra no calificada; sin embargo, a medida que el proceso de transformación avanza el requerimiento de mano de obra calificada se vuelve indispensable para alcanzar niveles de calidad que permitan competir con mercados internacionales.

La industria textil contribuye a incrementar el volumen de las exportaciones del sector manufacturero y de las exportaciones ecuatorianas en general. Las exportaciones del sector textil tienen que ver con productos como: materias primas, hilados, tejidos, prendas de vestir, manufacturas y productos especiales. Sin embargo que el Ecuador se presenta como un país exportador de textiles, en vía contraria, también importa productos textiles, en la que el saldo de la balanza comercial presentada en la última década siempre ha sido con saldo negativo.

A pesar de que en el último trienio la balanza comercial textil ha experimentado una recuperación por efecto de la aplicación de salvaguardias implementadas en el 2009, su crecimiento experimenta altibajos y una balanza comercial también negativa.

Sin embargo de lo anterior, la actividad manufacturera textil será siempre un crecimiento que contribuye en un porcentaje significativo a la economía ecuatoriana, tanto por su contribución económica como por la parte social.

CAPÍTULO III.

3 METODOLOGÍA

3.1 Alcance de la investigación

El análisis de reemplazo de activos fijos mediante la aplicación del método defensor - retador en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha en el periodo 2006 – 2011; es una investigación en la que el alcance está previsto como un estudio exploratorio, por cuanto su objetivo es examinar un tema poco estudiado o que no ha sido abordado antes (Henández, Fernández, & Baptista, 2006).

No existen indicios de estudios de reemplazo de activos utilizando métodos cuantitativos (método defensor – retador), ni en el Ecuador, ni regionalmente en la provincia de Pichincha, razón por la que la presente investigación se le ha catalogado como exploratoria. Sin embargo de que el objetivo general es conocer si las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha utiliza modelos cuantitativos para la toma de decisiones de reemplazo de activos fijos, resulta útil conocer cuáles son las herramientas que utiliza el método defensor – retador (Valor presente neto, valor futuro neto, costo anual equivalente, tasa interna de rendimiento), cómo se realizan los cálculos de las herramientas (Fórmulas, tablas, funciones de Excel, metodología a seguir para el cálculo), e interpretación de resultados que son explicados en el Capítulo I del presente trabajo; el cual ha sido realizado mediante fuentes secundarias, especialmente con información que se encuentra en textos de ingeniería económica, y en algunos casos con información de artículos de revistas y profesionales que han escrito sobre reemplazo de activos.

Además fue necesario conocer de manera sucinta a la provincia de Pichincha, en aspectos demográficos, geográficos y productivos, para centrarse en el sector manufacturero, subsectores fabricación de productos textiles y fabricación de prendas de vestir y detallar las actividades de las empresas mediante el Clasificador Industrial Internacional Unificado (CIIU) de acuerdo a información obtenida de la Superintendencia de Compañías.

3.2 Tipo de Investigación

Henández, Fernandez & Baptista (2006) al referirse a lo tipos de investigación los clasifica en dos:

1. Las investigaciones experimentales, en las que el investigador manipula una o más variables de estudio (independientes) y observar su efecto en otra variable (dependiente) (Murillo, s/f); y
2. Las investigaciones no experimentales, las cuales no se manipula a la(s) variable(s) independiente(s) para ver su efecto sobre la variable dependiente. En esta investigación se observa a los fenómenos tal como se presentan en su estado natural (Henández, Fernández, & Baptista, 2006).

Concordando con lo señalado por la teoría científica, la presente investigación es de carácter no experimental, ya que la información a contar en la(s) variable(s) independiente(s) será recabada de acuerdo a la información proporcionada por los representantes de las empresas textiles de la provincia de Pichincha.

3.3 Diseño de la investigación

De acuerdo a los párrafos anteriores, el diseño de la presente investigación deberá elaborarse considerando la investigación no experimental. Henández, Fernandez & Baptista (2006) señalan que este tipo de investigación considerando su dimensión temporal se clasifican en transeccionales y longitudinales.

- El diseño de investigación transeccional, recolecta información de las variables en un solo momento, en un tiempo único.
- El diseño de investigación longitudinal, son estudios que recaban datos de diferentes puntos de tiempo para realizar inferencias acerca del cambio, sus causas y sus efectos.

El gran objetivo de la presente investigación es saber en este momento, si las decisiones de reemplazo de activos fijos en los últimos siete años se tomaron en base a un análisis cuantitativo, y específicamente aplicado el modelo retador – defensor. Por consiguiente, la investigación a llevar adelante es transeccional.

Henández, Fernandez & Baptista (2006) a propósito del diseño de investigación transeccional lo clasifica en: exploratorio, descriptivo y correlacional – causal, los que expuestos en síntesis su significado se tiene:

- Diseño transeccional exploratorio, el conjunto de variables a investigar se comienza a conocer, se trata de una exploración inicial en un momento específico.
- Diseño transeccional descriptivo, indagan la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población.
- Diseño transeccional correlacional – causal, describen relaciones entre dos o más categorías o variables en un momento determinado. A veces, únicamente en términos correlacionales, otras en función de la relación causa – efecto.

Por lo anterior y concordando con las secciones anteriores del presente capítulo, la investigación se presenta como no *experimental transeccional exploratoria*.

A pesar que se ha logrado definir el diseño de la investigación, existe varias clasificaciones que clarifican el propósito y fines de la investigación a realizar, según la conceptualización dada por la Red Escolar Nacional (RENa) estos pueden ser, entre otras:

- Por su proceso formal, el método a aplicar en la investigación es el inductivo, por cuanto se analizan solo casos particulares, cuyos resultados son tomados para extraer conclusiones de carácter general. A partir de las observaciones se infiere o se saca conclusiones de la población.

- Por su grado de abstracción, se identifica como una investigación aplicada, por cuanto su objetivo principal se basa en resolver problemas prácticos, con un margen de generalización limitado.
- Por su grado de generalización, se determina como una investigación fundamental, ya que a partir de la muestra de sujetos, las conclusiones de la investigación se hace extensiva a la población y se orienta las conclusiones.
- Por la naturaleza de la investigación, la información puede ser cuantitativa o cualitativa, constituyéndose en una investigación mixta. (Red Educativa Nacional, s/f).

3.4 Variables de investigación

“una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” (Henández, Fernández, & Baptista, 2006). De manera general las variables están clasificadas como dependiente e independientes.

La página web, Red Educativa Nacional (s/f) define a la variable dependiente e independiente de la siguiente forma:

- Variable dependiente, es el objeto o evento en estudio, sobre la cual se centra la investigación en general. Para el caso en estudio, esta variable indicará el porcentaje de empresas que aplican métodos cuantitativos mediante el método defensor - retador para la decisión de reemplazo de activos.
- Variable independiente, es aquella propiedad de un fenómeno a la que se va a evaluar su capacidad, incidir o afectar a la variable dependiente. En el caso en estudio, esta variable indicará el número de empresas que participan en el sector textil, número de empresas que intervienen en los subsectores fabricación de productos textiles y fabricación de prendas de vestir, número de empresas que cuentan con activos fijos que han concluido con su vida útil, número de empresas que han realizado reemplazo de activos fijos en el periodo 2006 – 2012, número de empresas que aplican métodos numéricos para las decisiones de reemplazo de activos fijos, número de empresas que

sus ejecutivos tienen conocimiento del método numérico retador – defensor en el reemplazo de activos fijos.

Para obtener información de las variables consideradas en el párrafo anterior, se tiene en cuenta recurrir a fuentes primarias y secundarias:

- Las fuentes primarias, es aquella información que se obtiene de primera mano, por consiguiente, el caso en estudio es necesario obtener la información de los representantes de las empresas del subsector textil.
- Las fuentes secundarias, es aquella información que se obtiene de terceros, por consiguiente el caso en estudio ha requerido de información constante en la Superintendencia de Compañías.

3.5 Comprobación de hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se tiene planificado aplicar una encuesta mediante el instrumento de recolección de datos llamado cuestionario el cual será aplicado a las empresas de los subsectores fabricación de productos textiles y fabricación de prendas de vestir. La información obtenida será codificada, tabulada y graficada mediante el uso de hojas de cálculo con paquete Excel, para posteriormente realizar la correlación de resultados, proceder al análisis y comprobar o rechazar la hipótesis.

3.6 La población de la investigación

La población se ha definido como el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen características comunes, tales como: homogeneidad, tiempo, espacio y cantidad (Wigodski, 2010).

Para realizar el análisis de reemplazo de activos fijos mediante la aplicación del método defensor - retador en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha en el periodo 2006 – 2012 se ha considerado como población a las empresas del sector textil, registradas en la Superintendencia de Compañías,

divididas en los subsectores fabricación de productos textiles y fabricación de prendas de vestir. La tabla 24 muestra el número de actividades que cuenta cada subsector y su número de empresas.

Tabla 24.
Número de actividades por subsector y número de empresas.

Subsector económico	Actividades del subsector	Empresas registradas en Superintendencia de Compañías
Fabricación de productos textiles	23	147
Fabricación de prendas de vestir	7	124
Total	30	271

Fuente: Superintendencia de Compañías

3.7 El tamaño de la muestra

La muestra es una parte de la población de interés, sobre la cual se recolectará datos y debe ser representativo de la población. La aplicación del muestreo resulta indispensable debido a razones de tiempo, recursos y esfuerzo; pero a su vez, el subconjunto de la población en estudio, debe ser lo suficientemente representativo para poder realizar su generalización. Entre más grande sea la muestra, mayor será la posibilidad de que esta sea representativa de la población (Wigodski, 2010).

Las variables a consultar a las empresas del subsector textil en su mayoría son de tipo cualitativo, por consiguiente, el modelo estadístico para el cálculo del tamaño óptimo de la muestra será el de proporciones de una población finita.

Entre más grande la muestra mayor posibilidad de ser más representativa de la población.

$$n = \frac{Z^2 NPQ}{(N-1)E^2 + Z^2 PQ} \quad \text{Fórmula 34}$$

Donde:

n = tamaño óptimo de muestra

$N = \text{tamaño de la población}$

$Z = \text{nivel de confianza}$

$E = \text{nivel de error}$

$P = \text{proporción de éxito}$

$Q = \text{proporción de fracaso}$

Asignando valores a las variables de acuerdo a la naturaleza de la investigación y el criterio del investigador se tiene:

$n = ?$

$N = 271$

$Z = 95\%$

$E = 7\%$

$P = 0.50$

$Q = 0.50$

En razón que el valor de P es desconocido, se considera que $P = 0.50$, ya que con este valor se obtiene el máximo valor de n .

Reemplazando en la *fórmula 34*

$$n = \frac{1.96^2(271)(0.50)(0.50)}{(271 - 1)0.07^2 + 1.96^2(0.50)(0.50)}$$

$$n = \frac{260.2684}{2.2834}$$

$$n = 113.98$$

$$n \approx 114 \text{ encuestas a empresas}$$

3.8 Método de muestreo

Existen dos tipos de muestreo: el probabilístico y el no probabilístico. El no probabilístico tiene entre otros métodos, el de conveniencia, ya que este selecciona

unidades de análisis que cumplen los requisitos de la población objeto de estudio, sin embargo no son seleccionados al azar (Valdez, s/f), las muestras se obtienen a través del criterio de la posibilidad de acceso, los resultados a obtener son confiables en la medida que la población es homogénea, son útiles en estudios exploratorios (Dugarte, s/f).

Para la recolección de la información en las empresas del subsector textil se tuvo que sortearse inconvenientes tales como:

- No todas las empresas del sector textil se las pudo ubicar en la dirección señalada en los registros que mantiene la Superintendencia de Compañías
- Una misma instalación constaba más de una empresa del sector textil y los activos fijos no se encontraban claramente diferenciados a cada empresa
- Ciertas empresas solo se dedicaban a la comercialización de hilos, telas y prendas de vestir, y que por consiguiente los activos fijos existentes eran casi nulos.

Lo anterior, sumado a la poca o ninguna voluntad de dar a conocer información que algunos administradores, gerentes o dueños consideraban como secreto institucional, hizo necesario acudir a casi la totalidad de las empresas del subsector textil para alcanzar las 114 encuestas. Por consiguiente, el método de muestreo aplicado a la presente investigación fue el convencional.

3.9 La encuesta

“Es una técnica de recolección de información por medio de preguntas escritas organizadas en un formulario impreso, se obtienen respuestas que reflejan los conocimientos, opiniones, intereses, necesidades, actitudes o intenciones de un grupo más o menos amplio de personas” (Castellanos, 1998). La encuesta es un medio de investigación masiva, se obtiene datos de interés general de un grupo de individuos o de sus posesiones mediante la aplicación de un cuestionario.

Para la recolección de información de reemplazo de activos fijos mediante la aplicación del método defensor - retador en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha en el periodo 2006 – 2012, se ha considerado la encuesta personal, ya que este método de recolección goza de mayor popularidad y es utilizado con mayor profusión en la captación de información primaria debido, principalmente, a las ventajas que ofrece, tales como:

- Proporcionan un elevado índice de respuesta.
- Se cuenta con datos creíbles a costos relativamente bajos.
- Evita influencias de otras personas.
- Se reducen las respuestas evasivas o incorrectas.

La encuesta personal proporciona mayores bondades que las encuestas telefónicas o por correo postal o electrónico; sin embargo bajo ciertas situaciones, estas últimas (telefónicas, postal y electrónicas) pueden resultar más rápidas y/o económicas.

3.10 El cuestionario

Para la captación de los datos de la encuesta se utilizará un cuestionario estructurado con preguntas primordialmente cerradas y unas pocas abiertas cuyas respuestas son cualitativas en su mayoría y de tipo cuantitativo por rangos. El cuestionario es el mismo para todas las empresas informantes, que regularmente serán contestadas por sus gerentes, contadores o personal encargado sobre la administración contable y física de los activos fijos. La aplicación del cuestionario será realizada a través de una entrevista directa entre el informante y el entrevistador.

El cuestionario consta de cuatro grupos de preguntas referentes a:

- I. **Información general.** Consta de cuatro ítems, en los que se consulta sobre la actividad principal, materia prima que utiliza y origen de la materia prima.

- II. **Generalidades de activos fijos.** Consta de seis ítems, y se refiere a preguntas que guardan relación con la existencia de reemplazo de activo, registro de depreciación de activos fijos, destino del activo fijo cumplida la vida útil, activos fijos reemplazados y destino de los activos fijos reemplazados.
- III. **Reemplazo de maquinaria y equipo.** Consta de 11 ítems, los cuales consultan aspectos relacionados con las razones para el reemplazo de maquinaria y equipo, asistencia interna y externa de evaluación económica para la decisión de reemplazo de maquinaria y equipo, políticas para el reemplazo de maquinaria y equipo, origen de fabricación, financiamiento y costo de capital de la maquinaria y equipo nuevos, maquinaria y equipo que a pesar de haber terminado su vida útil continua en funcionamiento.
- IV. **Decisiones de reemplazo de maquinaria y equipo.** Consta de ocho ítem, con los que se consulta quienes toman la decisión de reemplazo, tipo de evaluación para el reemplazo de maquinaria y equipo, métodos aplicados para las evaluaciones cualitativas y cuantitativas y evaluación mediante el método defensor – retador.

El cuestionario aplicado para la recolección de información de reemplazo de activos fijos mediante la aplicación del método defensor - retador en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha en el periodo 2006 – 2012 se presenta a continuación.

3.11 Formato de la encuesta

INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES DE REEMPLAZO DE ACTIVOS FIJOS (MAQUINARIA Y EQUIPO) EN LA INDUSTRIA TEXTIL.

Buenos días (buenas tardes). Rómulo Mena Campaña, estudiante de la Maestría en Administración de Empresas de la Universidad Politécnica Salesiana, y al momento se encuentra realizando su trabajo de grado, solicita a usted su gentil colaboración y agradece la información proporcionada al tema de investigación *“reemplazo de activos fijos en las empresas del sector manufacturero textil de la provincia de Pichincha en el período 2006 – 2012”*.

La información solicitada tiene estrictamente fines académicos, razón por la que quien solicita la información, garantiza la confidencialidad de la fuente.

CUESTIONARIO.

I. Información general

1. La actividad principal de la empresa es:
☐ Hilatura
☐ Tejido
☐ Teñido
☐ Confección
2. La materia prima que utiliza en la realización de la actividad principal de la empresa tienen origen
☐ Vegetal
☐ Animal
☐ Mineral
☐ Sintética
☐ Artificial
3. De acuerdo a la pregunta anterior, ¿cuál o cuáles son?
a.
b.
c.

II. Generalidades de activos fijos

4. En el último septenio (2006 – 2012), ¿se ha realizado reemplazo de activos fijos?
☐ Si
☐ No
5. ¿Se llevan registro del activo fijo totalmente depreciado y que aún se mantiene en las instalaciones de la empresa?
☐ Si
☐ No
6. Los activos fijos que han concluido con la vida útil contable se los ha dispuesto para:
☐ La venta
☐ Que continúen en uso por unos años Pase a la pregunta 9
☐ Donación Pase a la pregunta 9
☐ Destrucción o abandono Pase a la pregunta 9
☐ Otro destino ¿Cuál?
7. ¿La venta de activos fijos totalmente depreciados o que han terminado su vida útil requiere la autorización previa de los directivos?
☐ Si ¿Cuál o Cuáles?:
☐ No

- ### III. Reemplazo de maquinaria y equipo

- 125

- ☐ Entidades financieras
☐ Otro

¿Cuál?.....

16. El valor comprometido en financiamiento externo según pregunta No. 15 se encuentra en el intervalo:

- ☐ Menos de 50%
☐ De 50% a menos de 75%
☐ 75% o más

17. El costo de capital pagado a las entidades financieras por financiamiento según las preguntas No. 15 y 16 se encuentra en el intervalo:

- ☐ Menos de 10%
☐ De 10% a menos de 20%
☐ De 20% a menos de 30%
☐ 30% o más

18. A la presente fecha, ¿existe maquinaria y equipo dedicado a la producción que ha cumplido con la vida útil o se ha depreciado completamente?

- ☐ Si
☐ No

19. En un estimado, ¿Qué porcentaje de la maquinaria y equipo dedicado a la producción ha cumplido con la vida útil o se ha depreciado completamente?

- ☐ Menos de 25%
☐ De 25% a menos de 50%
☐ De 50% a menos de 75%
☐ 75% o más

20. La persona que tiene a su operación o cuidado la maquinaria y equipo, ¿está obligada a reportar sobre el cumplimiento de su vida útil?

- ☐ Si
☐ No

¿Quién?:

.....

IV. Decisiones de reemplazo de la maquinaria y equipo

21. En el reemplazo de la maquinaria y equipo, ¿quién o quienes toman la decisión?

- a.
b.
c.

22. La evaluación para la toma de decisiones de reemplazo se lo realiza en base a una:

- ☐ Evaluación cualitativa
☐ Evaluación cuantitativa
☐ No conoce

Pase a la pregunta 24
Terminar encuesta

23. ¿Qué tipo de evaluación cualitativa se usa para el reemplazo de la maquinaria y equipo?
-
 -
 -
24. ¿Qué tipo de evaluación cuantitativa se usa para el reemplazo de la maquinaria y equipo?
-
 -
 -
25. Dentro de los métodos de evaluación cuantitativa para el reemplazo de la maquinaria y equipo, ¿conoce el método retador – defensor?
- ☐ Si
- ☐ No
26. ¿Se ha aplicado en la empresa el método retador – defensor?
- ☐ Si
- ☐ No
27. ¿Qué tan acertado considera el uso del método defensor - retador en el reemplazo de activos fijos?
- ☐ Muy acertado
- ☐ Medianamente acertado
- ☐ No hay aporte
- ☐ Es contradictorio
28. ¿Cuáles son los principales factores o características que se tiene en cuenta para la evaluación cualitativa:
-
 -
 -
 -
 -

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

3.12 Recolección de la información

La aplicación del cuestionario a las empresas del sector manufacturero textil se realizó con una solicitud dirigida a los gerentes de las empresas para la realización de una encuesta al funcionario que crea adecuado, el cual proporcionaría información referente al reemplazo de activos fijos en la industria textil en el período 2006 – 2012.

La información requerida fue levantada en el periodo 30 de enero al 22 de febrero del 2013 de acuerdo al siguiente detalle.

Tabla 25.
Cronograma de levantamiento de la información.

CANTONES	PERIODO	OBSERVACIONES	NÚMERO DE EMPRESAS
CAYAMBE, MEJÍA Y RUMIÑAHUI	Del 30 de enero al 1 de febrero.	Un día en cada cantón	
QUITO	Del 4 al 22 de febrero	Fase 1: del 4 al 8 de febrero. Norte de Quito Fase 2: del 11 al 15 de febrero. Centro y sur de Quito. Fase 3: del 18 al 22 de febrero. Valle de Tumbaco.	

CAPÍTULO IV.

4 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Información general.

1. La actividad principal de la empresa textil es:

Tabla 26.

Actividad principal de las empresas del sector textil.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Hilatura	19	0.13
Tejido	32	0.22
Teñido	16	0.11
Confección	77	0.53
Total	144	1.00

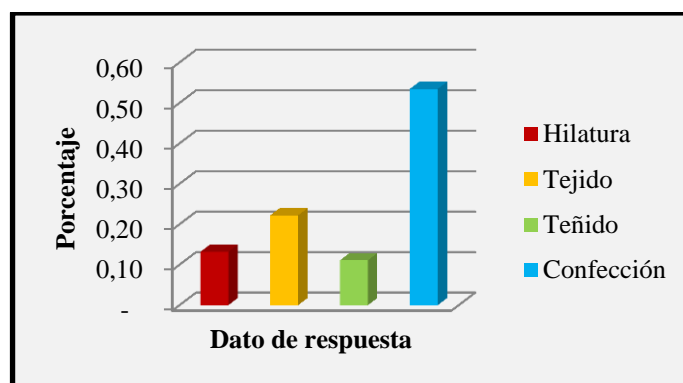


Figura 42. Actividad principal de las empresas del sector textil.

Análisis.

Del total de empresas consultadas, su distribución corresponde al 53% de empresas que elaboran prendas de vestir y 47% de las empresas se dedican a actividades de hilatura, tejido y teñido como actividad principal, pudiendo algunas de ellas, tener insertas las tres actividades.

2. La materia prima que utiliza en la realización de la actividad principal de la empresa tienen origen.

Tabla 27.
Materia prima utilizada según el origen.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Vegetal	34	0.17
Animal	47	0.23
Mineral	4	0.02
Sintética	76	0.38
Artificial	41	0.20
Total	202	1.00

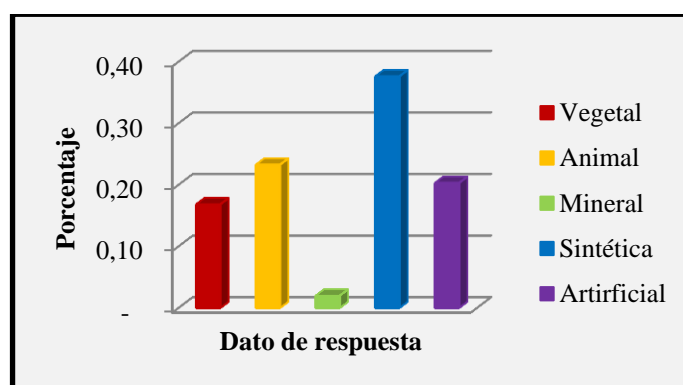


Figura 43. Materia prima utilizada según el origen.

Análisis.

Las fibras denominadas químicas (sintéticas y artificiales) predominan con el 58%, mientras que las naturales alcanzan el 42%.

3. De acuerdo a la pregunta anterior, ¿cuál o cuáles son?

La tabla 28 y la figura 44 muestran las frecuencias absolutas y relativas de esta pregunta.

Tabla 28.
Materia prima utilizada según el tipo de fibra.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Algodón	62	0.23
Polyester	65	0.24
Nylon	29	0.11
Lana	12	0.04
Telas livianas	43	0.16
Telas pesadas	34	0.12
Otros	30	0.11
Total	275	1.00

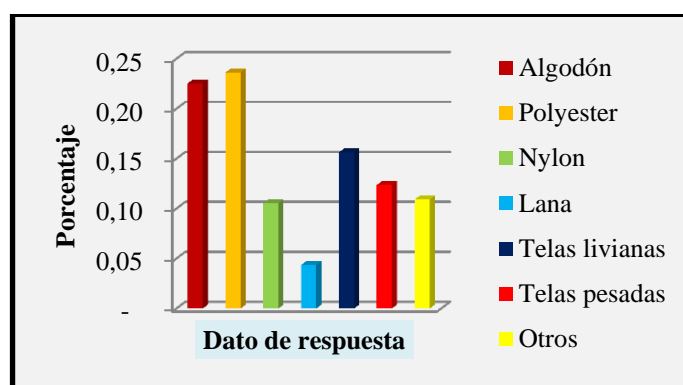


Figura 44. Materia prima utilizada según el tipo de fibra.

Análisis.

Las fibras más usadas en la elaboración de productos textiles corresponden a polyester 24% y algodón 23%; mientras que para la elaboración de prendas de vestir las telas livianas le corresponde el 16% y telas pesadas el 12% del total de empresas

4.2 Generalidades de activos fijos

4. En el último septenio (2006 – 2012), ¿se ha realizado reemplazo de activos fijos?

Tabla 29.
Reemplazo de activos fijos.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	59	0.50
No	60	0.50
Total	119	1.00

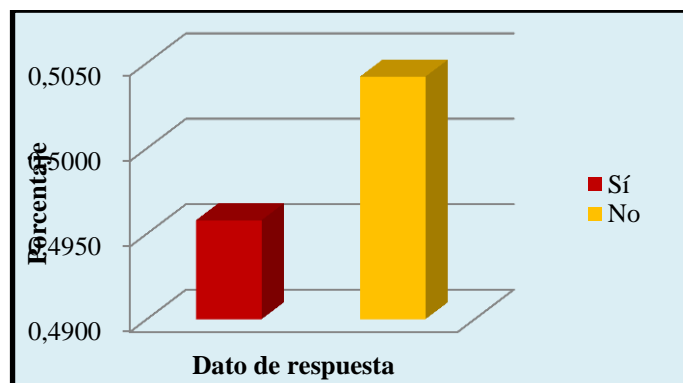


Figura 45. Reemplazo de activos fijos.

Análisis.

El reemplazo de activos fijos ocurren de manera coincidencial en un aproximado de 50% que sí y 50% que no.

5. ¿Se llevan registro del activo fijo totalmente depreciado y que aún se mantiene en las instalaciones de la empresa?

Tabla 30.
Registro de activo fijo depreciado.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	42	0.71
No	17	0.29
Total	59	1.00

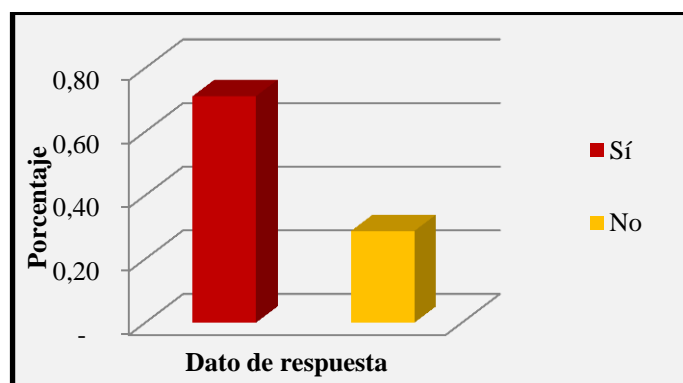


Figura 46. Registro de activo fijo depreciado.

Análisis.

Las empresas consultadas llevan registros contables sobre depreciación de activos en un 71% y no llevan registros el 29%.

6. Los activos fijos que han concluido con la vida útil contable se los ha dispuesto para:

Tabla 31.
Activos que han concluido con la vida útil.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
La venta	15	0.21
Que continuen en uso por unos años	31	0.44
Donación	2	0.03
Destrucción o abandono	21	0.30
Otro destino	1	0.01
Total	70	1.00

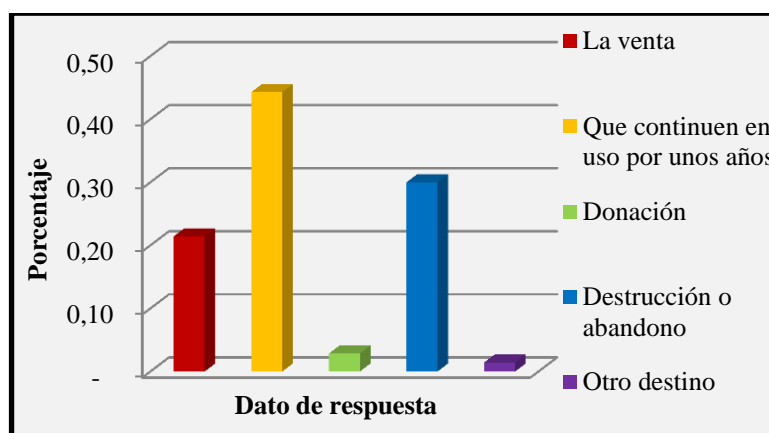


Figura 47. Activos que han concluido con la vida útil.

Análisis.

Al concluir la vida útil del activo el 44% manifieste que continua en uso, el 30% lo destruye o abandona y el 21% lo destina para la venta.

7. ¿La venta de activos fijos totalmente depreciados o que han terminado su vida útil requiere la autorización previa de los directivos?

Tabla 32.

Venta de activos fijos totalmente depreciados que requieren autorización de los directivos.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	13	0.87
No	2	0.13
Total	15	1.00

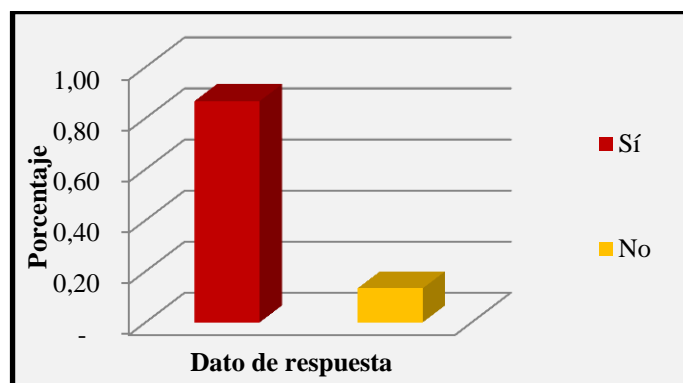


Figura 48. Venta de activos fijos totalmente depreciados que requieren autorización de los directivos.

Análisis.

De los activos fijos destinados para la venta, el 87% de ellos han sido autorizados por los directivos de las empresas.

8. En el último septenio (2006 – 2012) ¿Qué activos fijos destinados a la producción textil han sido reemplazados?

Tabla 33.

Activos fijos que han sido reemplazados en el periodo (2006 – 2012).

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Máquinas de tejer	28	0.42
Hiladora	4	0.06
Máquinas de coser	7	0.11
Telares	11	0.17
Otras	16	0.24
Total	66	1.00

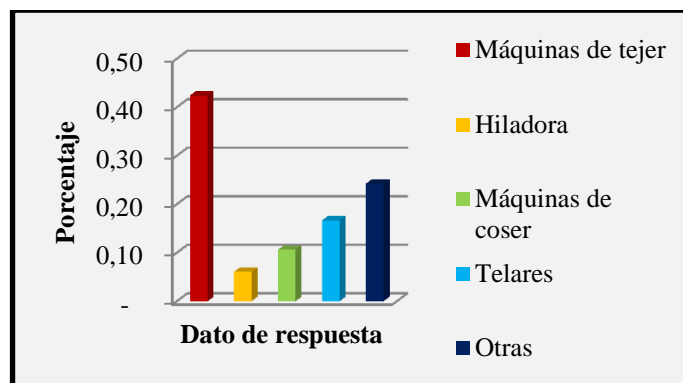


Figura 49. Activos fijos que han sido reemplazados en el periodo (2006 – 2012).

Análisis.

Los activos fijos destinados a la producción textil que han sido reemplazados con mayor frecuencia son: máquinas de tejer con el 42%, seguido de telares con el 17% y máquinas de coser con el 11%.

9. El destino de los activos fijos reemplazados ha sido:

Tabla 34.
Destino de activos fijos reemplazados.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Entregado como parte de pago	7	0.10
Vendidos en subasta	10	0.14
Entregados en bodega	24	0.35
Continúan en servicio	22	0.32
Destruídos	6	0.09
Otro destino	0	-
Total	69	1.00

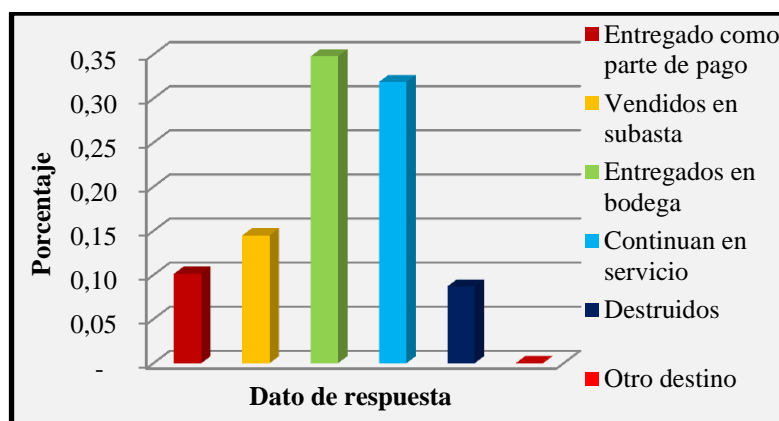


Figura 50. Destino de activos fijos reemplazados.

Análisis.

El destino de los activos fijos reemplazados que presentan mayor frecuencia son: entregados a bodega con el 35%, continúan en servicio el 32% y vendidos en subasta 14%.

4.3 Reemplazo de maquinaria y equipo

10. ¿Cuál de las razones siguientes han sido consideradas para el reemplazo de la maquinaria y equipo?

Tabla 35.
Razones para el reemplazo de maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Rendimiento disminuido, deterioro físico	27	0.34
Modificación de los requerimientos	16	0.20
Obsolescencia por avance tecnológico	33	0.41
Financiamiento y oportunidades externas	4	0.05
Otro motivo	0	-
Total	80	1.00

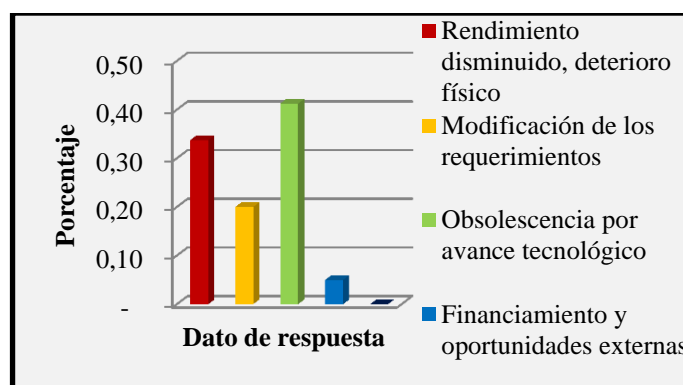


Figura 51. Razones para el reemplazo de maquinaria y equipo.

Análisis.

Las razones por las cuales se dio el reemplazo de la maquinaria y equipo corresponde a: obsolescencia por avance tecnológico el 41%, rendimiento disminuido y deterioro físico el 34% y modificación de los requerimientos, entre otros.

11. ¿Existe un comité, departamento o funcionario en la que realice la evaluación económica para la decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo?

Tabla 36.

Existencia de un comité, departamento o funcionario que realice la evaluación económica para el reemplazo de maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	31	0.53
No	28	0.47
Total	59	1.00

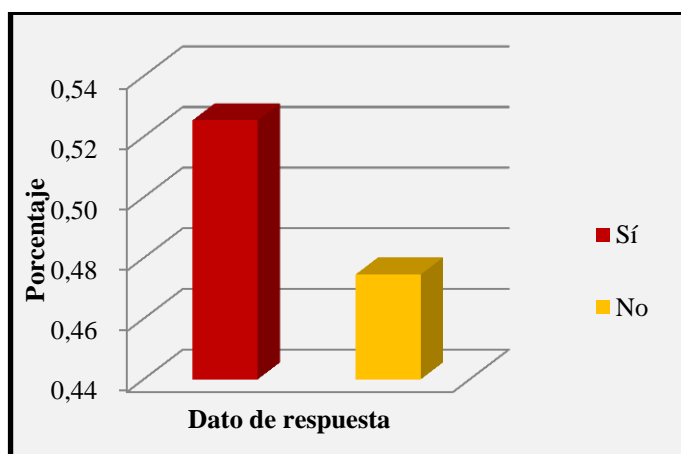


Figura 52. Existencia un comité, departamento o funcionario que realice la evaluación económica para el reemplazo de maquinaria y equipo.

Si sí, ¿cuál?

Tabla 37.

Elaboración de la evaluación económica para el de reemplazo de maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Alta gerencia	25	0.81
Mandos medios	6	0.19
Total	31	1.00

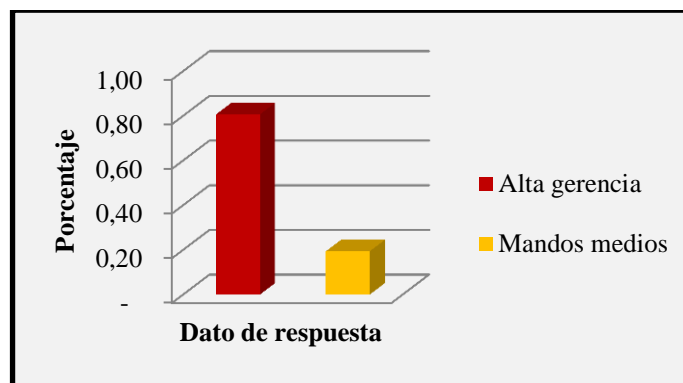


Figura 53. Elaboración de la evaluación económica para el de reemplazo de maquinaria y equipo.

Análisis.

El 53% manifiesta la existencia un comité, departamento o funcionario que realice la evaluación económica para el reemplazo de maquinaria y equipo; de ellos, se atribuye que el 81% la decisión es de la alta gerencia y el 19% lo realiza los mandos medios; mientras que el 47% que no se realiza evaluación económica.

12. ¿Se cuenta con asistencia externa para la realización de evaluación económica para la decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo?

Tabla 38.

Asistencia externa para la evaluación económica en la decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	15	0.25
No	44	0.75
Total	59	1.00

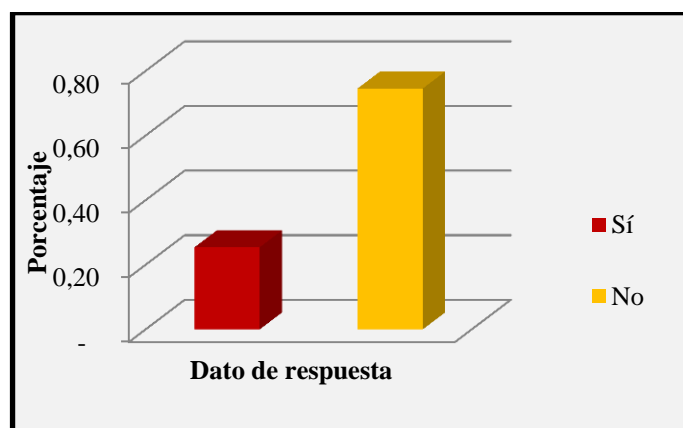


Figura 54. Asistencia externa para la evaluación económica en la decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo.

Análisis.

El 25% considera necesario el contar con asesoramiento externo para la evaluación económica de reemplazo de maquinaria y equipo; mientras que el 75% no considera el asesoramiento alguno.

13. ¿Existe una política definida sobre el reemplazo de la maquinaria y equipo?

Tabla 39.

Existencia de política sobre reemplazo de maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	13	0.22
No	46	0.78
Total	59	1.00

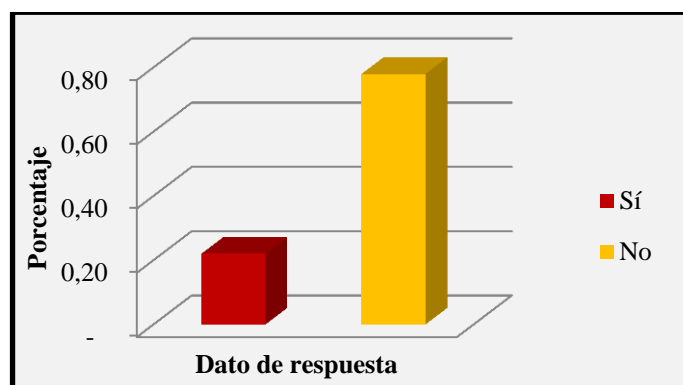


Figura 55. Existencia de política sobre reemplazo de maquinaria y equipo.

Si sí, ¿qué documento?

Tabla 40.

Política sobre reemplazo de maquinaria y equipo documentada.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Reglamento y leyes internas	1	0.08
Actas de la asamblea	4	0.31
Verbal	8	0.62
Total	13	1.00

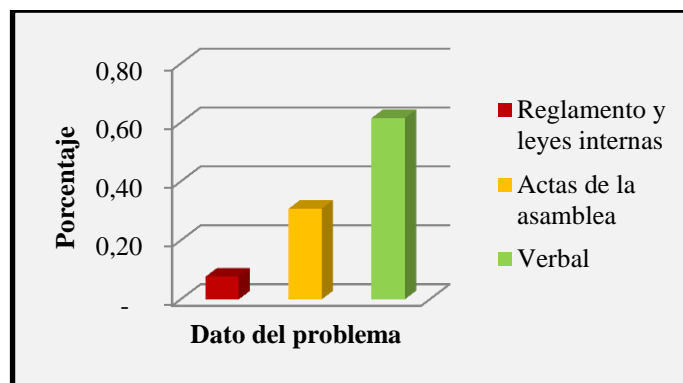


Figura 56. Política sobre reemplazo de maquinaria y equipo documentada.

Análisis.

El 78% manifiesta no contar con una política sobre reemplazo de maquinaria y equipo; mientras que el 22% manifiesta tenerla, de esta última, el 62% son disposiciones verbales, 31% consta en actas y el 8% se encuentra en la reglamentación de la empresa.

14. La maquinaria y equipo dedicado a la producción, tiene como origen de fabricación.

Tabla 41.
Origen de fabricación de la maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Nacional	21	0.36
Extranjero	21	0.36
Desconoce	17	0.28
Total	59	1.00

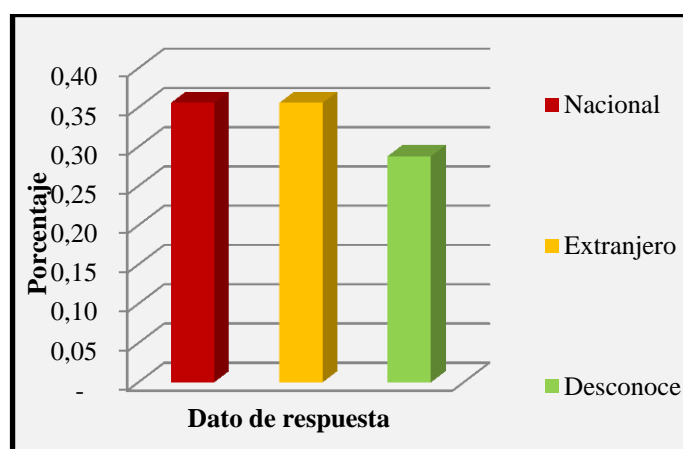


Figura 57. Origen de fabricación de la maquinaria y equipo.

Análisis.

El origen de la maquinaria y equipo que corresponde a fabricación nacional es de 36% e igual porcentaje para la extranjera; sin embargo, el origen de varios equipos y maquinarias es respondido como desconocido.

15. La maquinaria y equipo dedicado a la producción que ha reemplazado al activo antiguo en el último septenio, se ha financiado mediante:

Tabla 42.
Fuente de financiamiento del activo nuevo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Reinversión	15	0.25
Aporte de socios o accionistas	25	0.42
Entidades financieras	19	0.32
Otro	0	-
Total	59	1.00

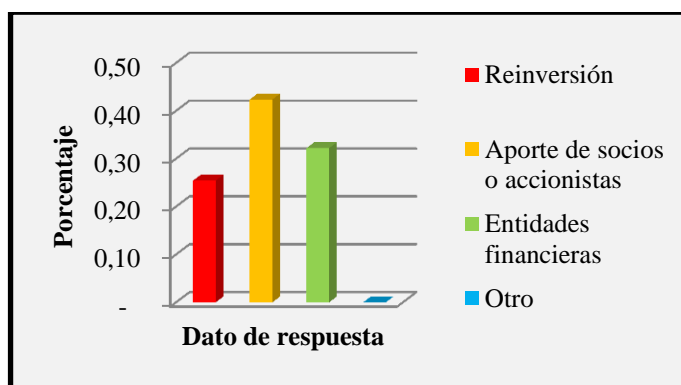


Figura 58. Fuente de financiamiento del activo nuevo.

Análisis.

La maquinaria y equipo nueva que reemplaza a la antigua, tiene como financiamiento principal el aporte de los socios con el 42%, seguido de préstamos otorgados por instituciones financieras con el 32% y reinversión de capital con el 25%.

16. El valor comprometido en financiamiento externo según pregunta No. 15 se encuentra en el intervalo:

Tabla 43.

Financiamiento externo para la adquisición de maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 50%	11	0.58
De 50% a menos de 75%	8	0.42
75% o más	0	-
Total	19	1.00

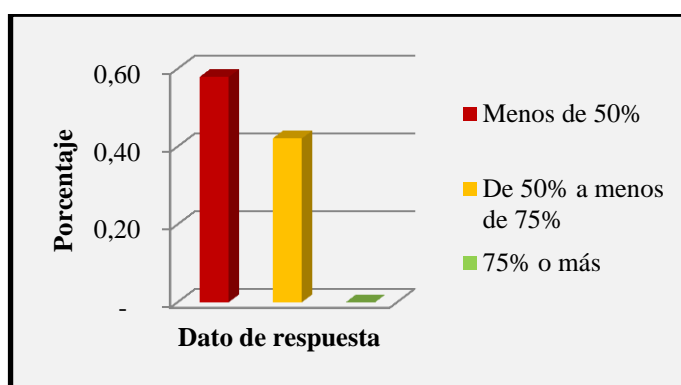


Figura 59. Financiamiento externo para la adquisición de maquinaria y equipo.

Análisis.

El 58% de los préstamos, financió menos del 50% del valor de adquisición y 42% de los préstamos se financió de entre el 50% a menos del 75% del valor de adquisición de la maquinaria y equipo.

17. El costo de capital pagado a las entidades financieras por financiamiento según las preguntas No. 15 y 16 se encuentra en el intervalo:

Tabla 44.

Costo del financiamiento externo para la adquisición de maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 10%	1	0.05
De 10% a menos de 20%	14	0.74
De 20% a menos de 30%	3	0.16
30% o más	1	0.05
Total	19	1.00

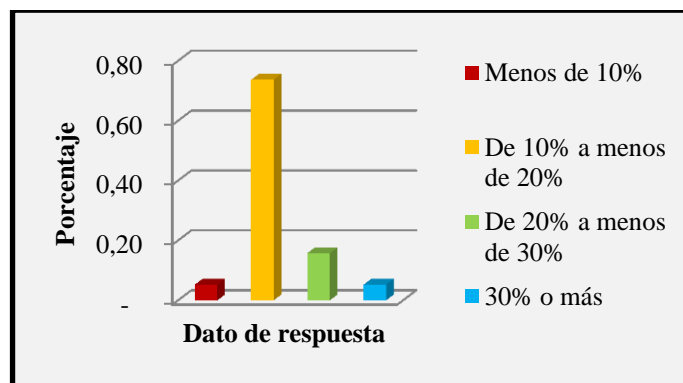


Figura 60. Costo del financiamiento externo para la adquisición de maquinaria y equipo.

Análisis.

El costo de financiamiento por parte de las entidades financieras se presenta de acuerdo al detalle siguiente: 5% con un costo inferior al 10% de interés, 74% con un costo de 10% a menos de 20% de interés, 16% con un costo de 20% a menos de 30% de interés y 5% con un coto superior al 30% de interés.

18. A la presente fecha, ¿existe maquinaria y equipo dedicado a la producción que ha cumplido con la vida útil o se ha depreciado completamente?

Tabla 45.
Maquinaria y equipo que ha cumplido con la vida útil contable.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	38	0.64
No	21	0.36
Total	59	1.00

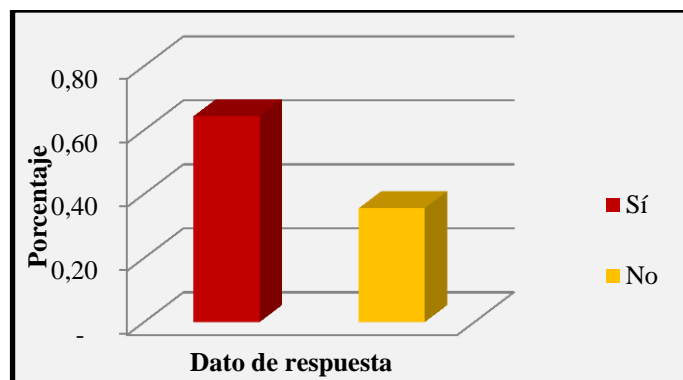


Figura 61. Maquinaria y equipo que ha cumplido con la vida útil contable.

Análisis.

El 64% de las empresas manifiestan la existencia de maquinaria y equipo en actividades de producción que ha cumplido con la vida útil o que se ha depreciado completamente y el 36% de aquellas señalan que la maquinaria y equipo aún no cumple su periodo de vida útil o no se ha depreciado completamente.

19. En un estimado, ¿Qué porcentaje de la maquinaria y equipo dedicado a la producción ha cumplido con la vida útil o se ha depreciado completamente?

Tabla 46.
Porcentaje de maquinaria y equipo que ha cumplido con la vida útil contable.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 25%	11	0.29
De 25% a menos de 50%	18	0.47
De 50% a menos de 75%	7	0.18
75% o más	2	0.05
Total	38	1.00

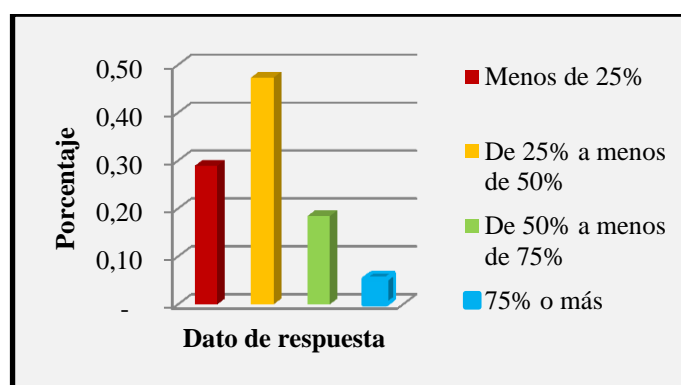


Figura 62. Porcentaje de maquinaria y equipo que ha cumplido con la vida útil contable.

Análisis.

La maquinaria y equipo que ha rebasado su vida útil o se ha depreciado completamente; el 47% de las empresas manifiestan mantener entre el 25% y menos del 50% de la maquinaria y equipo que se encuentra en producción, seguido del 29% de empresas que tiene un rango inferior al 25%, el 18% en un rango de 50% a menos de 75% y el 5% en un rango de 75% a toda la maquinaria y equipo.

20. La persona que tiene a su operación o cuidado la maquinaria y equipo, ¿está obligada a reportar sobre el cumplimiento de su vida útil?

Tabla 47.

Reporte del cumplimiento de la vida útil de la maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	50	0.85
No	6	0.10
No contesta	3	0.05
Total	59	1.00

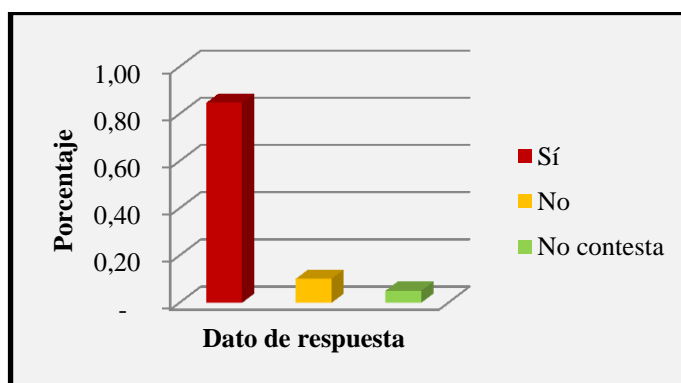


Figura 63. Reporte del cumplimiento de la vida útil de la maquinaria y equipo.

Si sí, ¿a quién?

Tabla 48.

Reporte del cumplimiento de la vida útil de la maquinaria y equipo a órgano superior de la empresa.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Jefe de producción	9	0.18
Gerencia general	1	0.02
Contabilidad	2	0.04
Jefe de mantenimiento	1	0.02
No identifica	37	0.74
Total	50	1.00

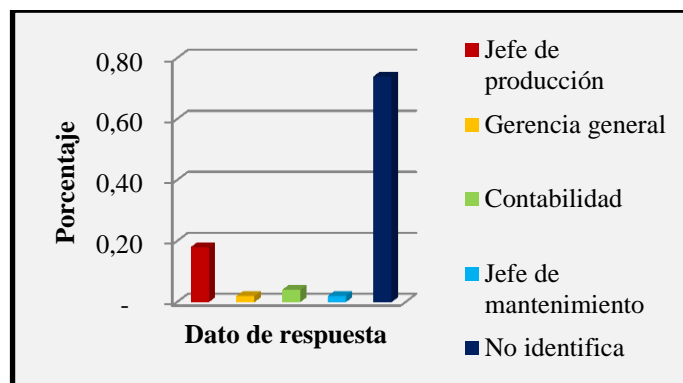


Figura 64. Reporte del cumplimiento de la vida útil de la maquinaria y equipo a órgano superior de la empresa.

Análisis.

El 85% de quienes tienen la operación o cuidado la maquinaria y equipo, reportan a sus superiores sobre el cumplimiento de la vida útil; de entre las respuestas ¿a quién?, se tiene a jefe de producción, contabilidad, gerencia general; sin embargo de ello el 74% no identifica; el 10% no tiene asignada como actividad y el 5% no contesta.

4.4 Decisiones de reemplazo de la maquinaria y equipo

21. En el reemplazo de maquinaria y equipo, ¿Quién o quienes toman la decisión?

Tabla 49.
Decisión de reemplazo de maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Alta dirección	41	0.69
Mandos medios (técnicos)	18	0.31
Total	59	1.00

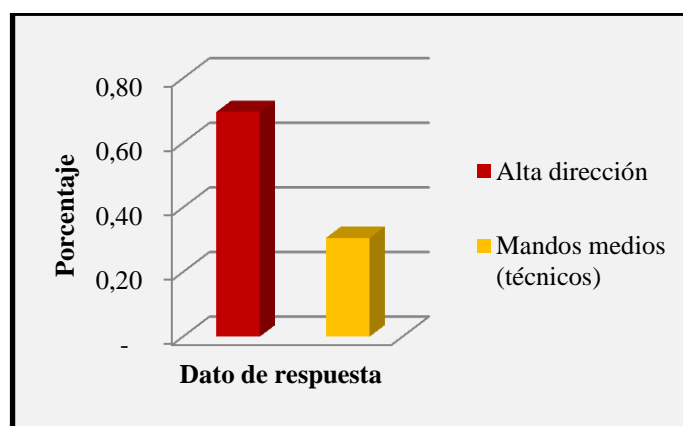


Figura 65. Decisión de reemplazo de maquinaria y equipo.

Análisis.

Las decisiones de reemplazo de maquinaria y equipo recaen en la alta dirección con un 69% de las empresas consultadas, mientras que el 31% manifiestan encontrarse en los mandos medios o los técnicos de la empresa.

22. La evaluación para la toma de decisiones de reemplazo se lo realiza en base a una:

Tabla 50.

Evaluación para la decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Evaluación cualitativa	13	0.22
Evaluación cuantitativa	14	0.24
No conoce	32	0.54
Total	59	1.00

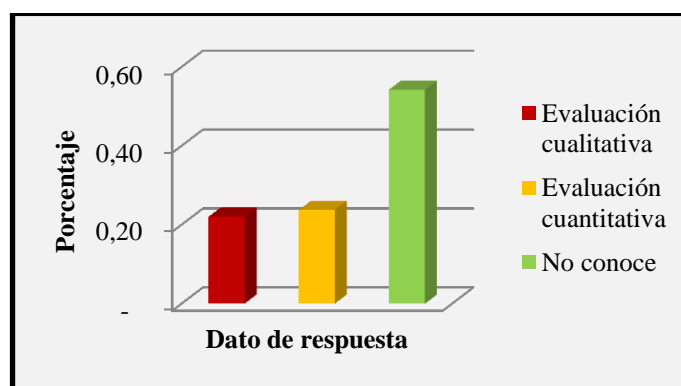


Figura 66. Evaluación para la decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo.

Análisis.

El 24% de los consultados manifiestan realizar evaluaciones cuantitativas para la toma de decisiones de reemplazo de maquinaria y equipo, mientras que el 22% manifiesta realizar evaluaciones cualitativas y el 54% no conoce, o no contesta.

23. ¿Qué tipo de evaluación cualitativa se usa para el reemplazo de la maquinaria y equipo?

Tabla 51.

Decisión de reemplazo cualitativa de la maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Control de calidad	9	0.69
Cumplimiento de metas específicas	3	0.23
Cambio de partes y piezas	1	0.08
Total	13	1.00

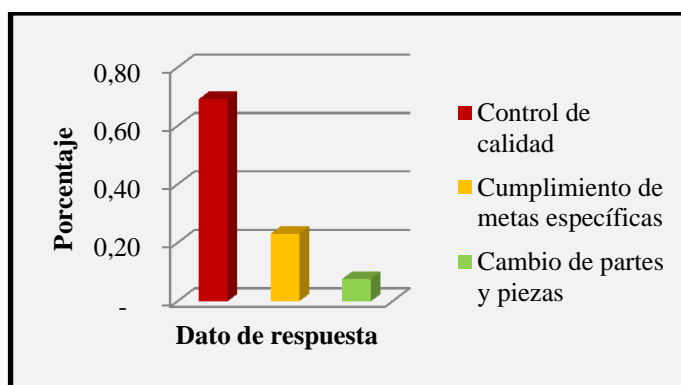


Figura 67. Decisión de reemplazo cualitativa de la maquinaria y equipo.

Análisis.

La decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo mediante métodos de evaluación cualitativa está dada por los siguientes elementos: el 69% corresponde a circunstancias que refieren a control de calidad, 23% relacionadas con el cumplimiento de metas y 8% corresponde a la recurrencia en el cambio de partes y piezas.

24. ¿Qué tipo de evaluación cuantitativa se usa para el reemplazo de la maquinaria y equipo?

Tabla 52.

Tipo de evaluación cuantitativa para el reemplazo de maquinaria y equipo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Estudio comparativo	1	0.07
Generación de utilidades	4	0.29
Cumplimiento de compromisos	4	0.29
Costo de oportunidad	1	0.07
Otros	4	0.29
Total	14	1.00

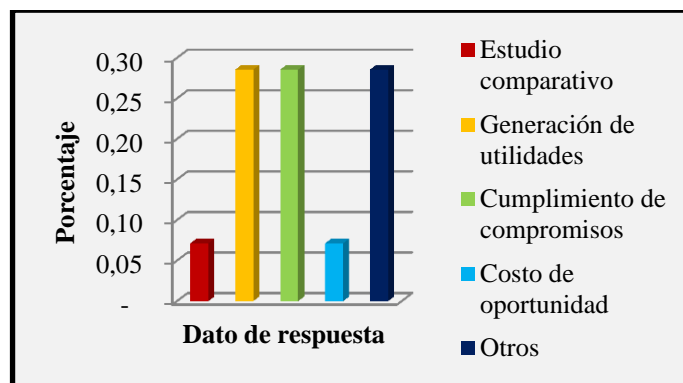


Figura 68. Tipo de evaluación cuantitativa para el reemplazo de maquinaria y equipo.

Análisis.

La decisión de reemplazo de la maquinaria y equipo mediante métodos de evaluación cuantitativa está dada por los siguientes elementos: el 29% corresponde a cálculos realizados para la generación de utilidades, otro porcentaje igual (29%) se refiere cálculos en la cantidad producida para el cumplimiento de compromisos presentes o futuros, el 7% se refiere a estudios comparativos entre la situación actual y la nueva alternativa y similar porcentaje (7%) ha realizado un análisis de costos entre la alternativa actual y la nueva.

25. Dentro de los métodos de evaluación cuantitativa para el reemplazo de la maquinaria y equipo, ¿conoce el método retador – defensor?

Tabla 53.

Conocimiento del método de evaluación cuantitativa retador – defensor.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	2	0.14
No	12	0.86
Total	14	1.00

Análisis.

Dos de 14 empresas que responden esta pregunta, manifiestan conocer el método de evaluación económica para el reemplazo de activos retador – defensor, esto es 14% y el 86% manifiesta desconocer.

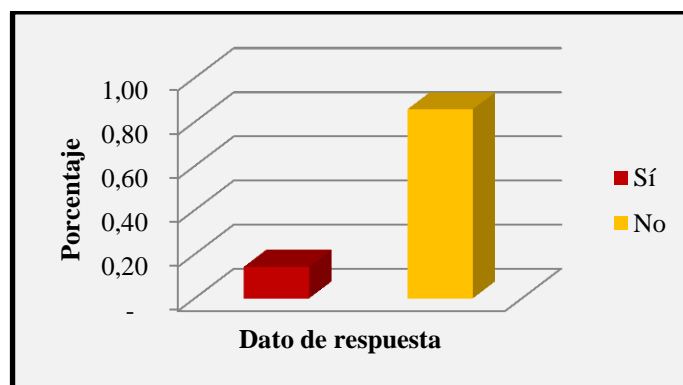


Figura 69. Conocimiento del método de evaluación cuantitativa retador – defensor.

26. ¿Se ha aplicado en la empresa el método retador – defensor?

Tabla 54.

Aplicación del método defensor – retador en las empresas textiles.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	0	-
No	14	1.00
Total	14	1.00

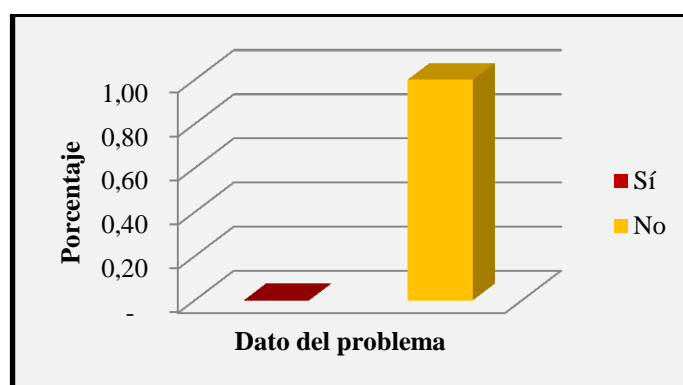


Figura 70. Aplicación del método defensor – retador en las empresas textiles.

Análisis.

Ninguna empresa ha aplicado el método retador - defensor para la decisión de reemplazo de activos fijos.

27. ¿Qué tan acertado considera el uso del método defensor - retador en el reemplazo de activos fijos?

Tabla 55.
Apreciación sobre el uso del método defensor – retador.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy acertado	0	-
Medianamente acertado	0	-
No hay aporte	0	-
Es contradictorio	1	0.07
No contesta	13	0.93
Total	14	1.00

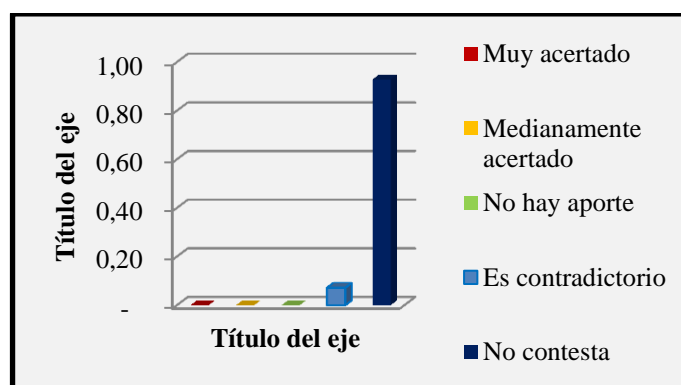


Figura 71.preciación sobre el uso del método defensor – retador.

Análisis.

Uno de dos de los que revelaron conocer el método retador - defensor manifestó que al aplicar el método de evaluación económica retador – defensor para el reemplazo de activos fijos su aplicación es contradictorio.

28. ¿Cuáles son los principales factores o características que se tiene en cuenta para la evaluación cualitativa:

Tabla 56.
Características para la evaluación cualitativa en las decisiones de reemplazo.

Dato de respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Calidad del producto	7	0.54
Cumplimiento metas	3	0.23
Otros	3	0.23
Total	13	1.00

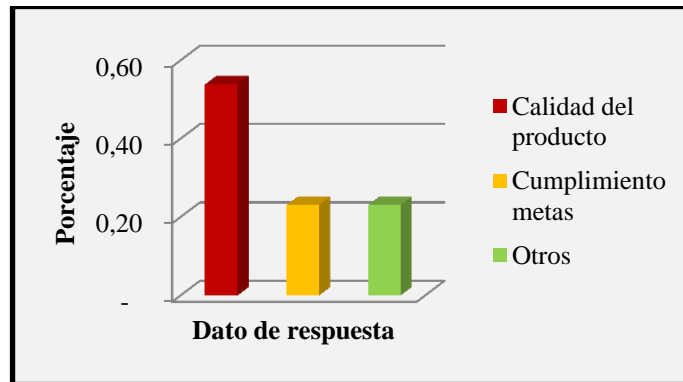


Figura 72. Características para la evaluación cualitativa en las decisiones de reemplazo.

Análisis.

La característica con mayor incidencia en la evaluación cualitativa para las decisiones de reemplazo corresponde a la calidad del producto con el 54%, seguido por el cumplimiento de metas con el 23%, entre otras razones con menor frecuencia.

4.5 Prueba de la hipótesis

Hipótesis 1:

El reemplazo de activos fijos productivos en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha se estima que al menos el 40% de ellas reponen sus activos mediante la evaluación con métodos cuantitativos.

a. Planteamiento de las hipótesis.

$$H_0: \mu_p = 0.40$$

$$H_A: \mu_p < 0.40$$

b. Error estándar de la porción.

$$s_{\bar{p}} = \sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{n}} = \sqrt{\frac{(0.24)(0.76)}{59}} = 0.0556$$

c. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

d. Variante estadística.

$$Z = \frac{\bar{p} - P}{s_{\bar{p}}}$$

e. Límites de Confianza.

$$Z_i = -1.645$$

f. Cálculo de la variante.

$$Z = \frac{0.24 - 0.40}{0.0556} = -2.88$$

g. Gráfico.

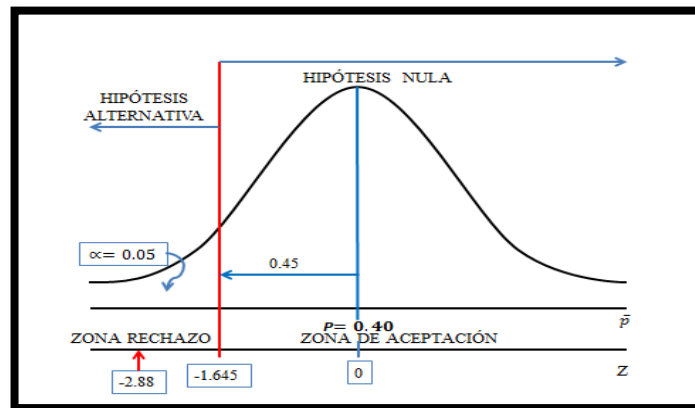


Figura 73. Prueba de hipótesis 1.

h. Análisis.

Como $Z = -2.88$ cae en la zona de rechazo, se puede asegurar que las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha en un porcentaje superior al 60% de ellas, no consideran método alguno de evaluación económica cuantitativa, con un nivel de significación del 5%.

Hipótesis 2.

El reemplazo de activos fijos productivos en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha se estima que al menos el 10% de ellas reponen sus activos mediante el método de evaluación económica retador – vencedor.

a. Planteamiento de las hipótesis.

$$H_0: \mu_P = 0.10$$

$$H_A: \mu_P < 0.10$$

b. Error estándar de la porción.

$$s_{\bar{p}} = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{(0)(1.0)}{14 - 1}} =$$

c. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

d. Variante estadística.

$$Z = \frac{\bar{p} - P}{s_{\bar{p}}}$$

e. Límites de Confianza.

$$v = n - 1 = 14 - 1 = 13$$

$$t_i = -1.77$$

f. Cálculo de la variante.

$$Z = \frac{0 - 0.10}{0} = -\infty$$

g. Gráfico.

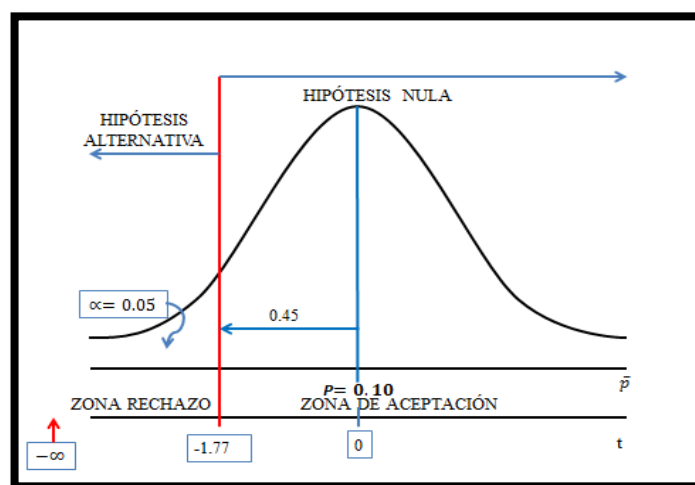


Figura 74. Prueba de hipótesis 2.

h. Análisis.

Como $Z = -\infty$ cae en la zona de rechazo, se puede asegurar que las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha en un porcentaje superior al 90% de ellas, no aplican el método de evaluación económica cuantitativa retador - defensor.

4.6 Informe de investigación

La población de empresas textiles registradas en la Superintendencia de Compañías a enero del 2013 se encontraba en 271, las cuales fueron el referente para realizar la investigación de reemplazo de activos fijos mediante la aplicación del método defensor - retador en las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha en el periodo 2006 – 2012.

Las 271 empresas registradas en la Superintendencia de compañías corresponde al sector industrias manufactureras y a los subsectores fabricación de productos textiles (148 empresas) y fabricación de prendas de vestir (123 empresas).

El cálculo estadístico del tamaño de la muestra alcanzó a 114 encuestas (ver 3.7); sin embargo, la intención de la investigación era realizar el mayor número de encuestas a empresas y de ser posible realizar a toda la población. Al ejecutar la encuesta, mediante visitas in situ, solo se consiguió la realización de 119 encuestas, las cuales correspondería a igual número de empresas del sector textil; sin embargo esta última cifra supera en número al calculado como tamaño de la muestra con lo cual se garantiza que sobre los resultados obtenidos se pueda concluir que aquellos estará ocurriendo con la población objeto de la investigación.

La encuesta fue aplicada a los dueños, gerentes, administradores o contadores de las empresas del sector textil de la provincia de Pichincha.

- De las empresas consultadas 59 de 119 han realizado reemplazo de activos en el periodo 2006 – 2012, esto equivalente al 49.58% de ellas.
- 42 de las 59 empresas, el 71%, llevan registros contables sobre la depreciación de los activos fijos y el 29% no cuenta con ellos; este último porcentaje da la pauta para que el reemplazo de activos no pueda ser evaluado de forma cuantitativa.

- Los activos fijos que han concluido su vida útil contable han tenido los siguientes destinos y corresponde porcentualmente a: Continúan en uso unos años más el 44%, por destrucción o abandono el 30%, han sido vendidos el 21%, entre otros. La continuación del uso de los activos fijos, en especial las máquinas grandes (máquinas de tejer planas, circulares, etc.), pueden tener una vida útil más allá de lo que establece la Ley, para la depreciación de ellas.
- Para el periodo investigado (2006 – 2012) los activos fijos que con mayor frecuencia han sido reemplazados y que corresponde a maquinaria son: máquinas de tejer con el 42%, telares con el 17%, máquinas de coser con el 11%, entre otras.
- Las razones por las cuales la maquinaria y equipo han sido reemplazados, en orden de importancia se encuentra que: obsolescencia por avance tecnológico el 41%, por rendimiento disminuido y deterioro físico el 34%, por modificación de los requerimientos el 20%, entre otros.
- El 53% (31 empresas) afirman que cuentan con un comité, departamento o funcionario que realice la evaluación económica para el reemplazo de maquinaria y equipo y el 47% (28 empresas) que no disponen.
- El 25% (15 empresas) afirma contar con asistencia externa de evaluación económica para el reemplazo de maquinaria y equipo.
- La maquinaria y equipo reemplazado ha sido mediante inyección de capitales de los socios en el orden del 42%, financiado por entidades financieras el 32% y con reinversión en el 25%.
- Los montos hasta 50% financiados para maquinaria y equipo por las entidades financieras corresponde al 58% de las empresas y en el rango de más de 50% al 75% de financiamiento corresponden al 42% de empresas.

- Los costos de interés que oscilan entre el 10% y menos del 20% corresponde al 74% de la maquinaria y equipo financiada, intereses iguales o superiores al 20% corresponde al 21 % e intereses menores al 10% corresponde el 5%.
- Las decisiones de reemplazo de la maquinaria y equipo están dadas por la alta dirección de la empresa, la cual corresponde al 69%, mientras que por informes de mandos medios o personal técnico es de 31%.
- Las evaluaciones realizadas para el reemplazo de la maquinaria y equipo corresponde al 24% las de tipo cuantitativo, 22% de tipo cualitativo y el 54% manifiesta desconocer estos tipos de evaluación.
- Las evaluaciones de tipo cuantitativo para el reemplazo de maquinaria y equipo están dadas por 29% que se refieren a generación de utilidades, un porcentaje igual (29%) para el cumplimiento de compromisos, el 7% por estudios comparativos, otro 7% por costos de oportunidad y 29% por diversas razones.
- El 14% de quienes manifestaron realizar estudios cuantitativos, manifestaron conocer el método defensor – retador para la evaluación económica de reemplazo de maquinaria y equipo y el 86% no lo conoce.
- En ninguna empresa que se manifestó conocer el método retador – defensor, se ha aplicado éste método de evaluación económica de reemplazo de maquinaria y equipo.
- Las empresas que indicaron realizar evaluaciones de tipo cualitativo para el reemplazo de maquinaria y equipo; el 54% atribuyó para la mejora del producto, el 23% para el cumplimiento de metas y el 23% por otras razones.

Al cierre de la presente investigación se puede concluir que existe un escaso conocimiento de métodos cuantitativos de evaluación económica de activos productivos, aunque se afirma que para el reemplazo de maquinaria y equipo

productivos se realizan análisis de tipo cuantitativo, los enunciados son inadecuados para medir la eficiencia y el rendimiento (estudios comparativos, generación de utilidades, cumplimiento de compromisos). También se puede afirmar que los métodos recomendados por la academia para el reemplazo de activos fijos son casi desconocidos por los ejecutivos de las empresas y nunca aplicados a la hora de la toma de decisiones.

BIBLIOGRAFÍA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alvarado, V. (2011). *Ingeniería Económica. Nuevo enfoque*. México: Grupo Editorial Patria.
- Arbones, E. (1998). *INGENIERÍA ECONÓMICA*. España: MARCOMBO S. A.
- Baca, G. (2001). *EVALUACIÓN DE PROYECTOS*. México: Mc GRAW - HILL.
- Blank, L., & Tarquin, A. (2006). *INGENIERÍA ECONÓMICA*. Mexico: McGraw Hill.
- Bu, C. (2005). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Mexico: LIMUSA.
- Castellanos, B. (1998). La encuesta y la entrevista en la investigación educativa.
- Díaz, A. (2004). *Matemáticas Financieras*. México: Prentice Hall.
- Henández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hernández, A. (2002). *Matemáticas Financieras*. Mexico: THOMSON LEARNING.
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw - Hill.
- Hollen, N., Saddler, J., & Langford, A. (1993). *Introducción a los textiles*. México: LIMUSA S.A. de C.V.
- Jiménez, F., & Espinoza, C. (2006). *Costos industriales*. costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Jiménez, F., & Espinoza, C. (2007). *INGENIERÍA ECONÓMICA*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Levin, R., & Rubin, d. (1996). *ESTADÍSTICA PA ADMINISTRADORES*. Mexico: PRENTICE - HALL, HIPANOAMÉRICA, S.A.
- Martínez, C. (2008). *Estadística y Muestreo*. Colombia: ECOE EDICIONES.
- Meza, C. (2007). *CONTABILIDAD. Análisis de cuentas*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Riggs, J., Bedworth, D., & Randhawa, S. (2009). *Ingeniería Económica*. México: Alfaomega.

- Robert, M. (2002). *DICCIONARIO DE TÉRMINOS FINANCIEROS & BANCARIOS*. Bogotá: ECOEDICIONES.
- Robertson, D. (1991). *Industria*. Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- Sánchez, Y. (2009). *Optimización del cálculo de recursos productivos para cotización en una empresa de confecciones*. Perú.
- Sapag, N., & Sapag, R. (2003). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. México: McGRAW HILL.
- Sullivan, W., Wicks, E., & Luxhoj, J. (2004). *Ingeniería económica de DeGarmo*. Mexico: Pearson Educación.
- Taylor, G. (1991). *INGENIERÍA ECONÓMICA*. México: LIMUSA, S.A. de C.V.
- Thuesen, H., Fabricky, W., & Theusen, G. (1981). *Ingeniería económica*. Madrid: Dossat S.A.
- Viveros, A., González, G., & Rodríguez, R. (2004). APROXIMACIÓN AL REEMPLAZO DE EQUIPO INDUSTRIAL. *Scientia et Technica*, 163 - 164.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Adams, R. (s/f). *Técnicas de indumentaria*. Recuperado el 5 de enero de 2013.
- Buzo, I. (s/f). *Apuntes de geografía humana*. Recuperado el 12 de febrero de 2013, de Definición y clasificación de los servicios: http://ficus.pntic.mec.es/ibus0001/servicios/definicion_servicios.html.
- Cohuo, J. (s/f). *ITESCAM*. Recuperado el 12 de 02 de 2013, de EMPRESAS DE MANUFACTURA.
- Desconocido. (s.f.). *Desconocido*. Recuperado el 20 de diciembre de 2012, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1448/2/CAPITULO%201.pdf>.
- Dugarte, E. (s/f). *Muestreo no probabilístico*. Recuperado el 24 de febrero de 2013, de <http://www.slideshare.net/kjota11/muestreo-no-probabilistico>.
- Grados, B. (03 de 02 de 2009). *mailxmail.com*. Recuperado el 12 de 02 de 2013, de Empresa de producción: <http://www.emagister.com/curso-empresa-costos-materiales/costo-produccion-concepto-clasificacion>.
- INEC. (16 de octubre de 2012). *Infoeconomía*. Recuperado el 1 de febrero de 2013, de <http://www.inec.gob.ec/inec/revistas/info6.pdf>.

- INGTEKCH. (8 de 10 de 2010). *APUNTES DE INGENIERÍA ECONÓMICA*. Recuperado el 16 de 07 de 2012, de apuntesingenieriaeconomica.blogspot.com/.
- Logistica empresarial. (s/f). *diccionario de economía - administración - finanzas - marketing*. Recuperado el 12 de febrero de 2013, de <http://www.eco-finanzas.com/diccionario/I/INVENTARIO-DE-PRODUCCION.htm>.
- Murillo, J. (s/f). *Métodos de investigación de enfoque experimental*. Recuperado el 27 de 02 de 2013, de http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/Experimental.pdf.
- Nacimba, D. (2010). *Análisis de la Balanza Comercial del Sector Textil*. Recuperado el 20 de diciembre de 2012, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2256/1/CD-2989.pdf>.
- Red Educativa Nacional. (s/f). *Diseño de investigación*. Recuperado el 25 de 02 de 2013, de <http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/metodologia/Tema5.html>.
- Ruiz, M. (S/f). *Desconocido*. Recuperado el 8 de 2 de 2013, de <http://www.marcelrzm.comxa.com/IngenieriaEconomica/51TecnicasAnalisisDeReemplazo.pdf>.
- Valdez, P. (s/f). *Tipos de muestreo*. Recuperado el 26 de febrero de 2013, de <http://www.slideshare.net/kjota11/muestreo-no-probabilistico>.
- Wigodski, J. (14 de julio de 2010). *Metodología de la investigación*. Recuperado el 15 de febrero de 2013, de Población y muestra: <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html>.
- Wikipedia. (9 de junio de 2011). *Revolución industrial*. Recuperado el 25 de enero de 2013, de http://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n_Industrial.